

Kandidátusi értekezés

**A TERMESZTETT GOMBÁK TÁPLÁLKOZÁSI
ÉS GYÓGYÁSZATI HATÓANYAGAINAK ALAKULÁSA**

BALÁZS ANDREA

Budapest

1989

**MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA**

TARTALOMJEGYZÉK

	Oldal
1. BEVEZETÉS, CÉLKITÖZÉS	1
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS A GOMBÁK GYÓGYÁSZATI ALKALMAZÁSÁRÓL	6
2.1. Antibakteriális hatás	6
2.2. Antimikrobás hatás	7
2.3. Tumorgátló hatás	7
2.4. Hipolipidémiás hatás	10
2.5. Immunstimulációs hatás	13
2.6. Egyéb hatások	13
3. VIZSGÁLATI ANYAG ÉS MÓDSZER	15
3.1. A vizsgált gombafajok és fajták	18
3.2. A kísérletekben felhasznált táptalajok	23
4. A GOMBÁK NÉHÁNY FONTOS VITAMINTARTALMÁNAK ALKULÁSA	26
4.1. A gombák vitamintartalmának irodalmi áttekintése	28
4.2. A vitamintartalom meghatározása	32
4.2.1. Meghatározási módszerek	33
4.2.1.1. C-vitamin /aszcorbinsav/	33
4.2.1.2. D-vitamin	33
4.2.1.3. E-vitamin	33
4.3. A vizsgálatok eredményei	34
4.4. Eredmények értékelése	42
5. FEHÉRJÉK ÉS AMINOSAVAK	43
5.1. Irodalmi áttekintés	43
5.2. A kísérleti körülmények	48

	Oldal
5.3. Az alkalmazott vizsgálati módszerek	49
5.3.1. Az emészthető nyersfehérje meghatározása	49
5.3.2. Az aminosavtartalom meghatározása	51
5.4. Vizsgálati eredmények	53
5.5. Eredmények értékelése	60
5.6. Különböző gombafajok triptofán-tartalmának alakulása	61
5.6.1. Irodalmi áttekintés	62
5.6.2. A triptofántartalom meghatározása	65
5.6.3. Vizsgálati eredmények és értékelésük	66
6. ÁSVÁNYI ÉS TOXIKUS ANYAGOK /nehézfémek, nitrátok/	70
6.1. Ásványi anyagok	70
6.1.1. A gombák ásványianyag-tartalmának irodalmi áttekintése	73
6.1.2. A vizsgált gombafajok és fajták	77
6.1.3. Az ásványianyag-tartalom meghatározása	77
6.1.4. Az eredmények és értékelésük	78
6.1.5. Következtetések	81
6.2. A gombák nitráttartalmának alakulása	83
6.2.1. A nitráttartalom irodalmi áttekintése	83
6.2.2. Nitráttartalom meghatározás	85
6.2.3. Eredmények és értékelésük	86
7. FITOKÉMIAI VIZSGÁLATOK	89
7.1. Apoláros frakciók előállítása és szkrinelés	92

7.1.1. Terpének és szterolok kimutatása az el nem szappanosítható frakcióban	92
7.1.2. Zsírsavak, illetve zsírsavak kvalitatív és kvantitatív értékelése	98
7.1.3. Illékony vegyületek kimutatása vízgőzzel illó frakcióból	104
7.2. Szemipoláros frakciók	112
7.2.1. Alkaloidek szkrinálása savas és metanolos extraktumokból	112
7.2.2. Flavonoidok és kumarinok szkrinálása metanolos frakcióból	115
7.2.3. Szabad zsírsavak kimutatása metanolos frakcióból	118
7.3. Poláros frakciók	118
7.3.1. Szacharid-tartalom vizsgálata VRK-s módszerrel vízes-alkoholos frakcióból	119
7.3.2. Nyálka előállítása vízes frakcióból	121
7.3.3. Liofilizátumok előállítása vízes kivonatból	123
7.4. Mikrobiológiai, farmakológiai vizsgálatok	124
7.4.1. Illókomponensek mikrobiológiai tesztelése	124
7.4.2. Liofilizátumok farmakológiai vizsgálata	129
7.5. Összefoglalás, értékelés	129

	Oldal
8. ÖSSZEFOGLALÁS	132
9. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	139
10. IRODALOM	142
TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	150
ÁBRAJEGYZÉK	155

1. BEVEZETÉS, CÉLKITÖZÉS

Az ehető, vadon termő és a termesztett gombák iránti fogyasztói érdeklődés jelentősen emelkedik. Igaz, a vadon termők gyűjtése és fogyasztása az utóbbi években valamilyen csökkent, ugyanakkor a termeszthető fajok száma gyarapszik és termesztésük volumene folyamatosan növekszik. A vadon termők gyűjtésének és fogyasztásának csökkenése a begyűjtés sokirányú nehézségeivel, a munkaerő gondokkal, a környezet egyre romló állapotával, a szélsőséges időjárásai körülményekkel egyaránt magyarázható. Kevesebb a gombák által kedvelt "régii" erdő és gombát is dúsan növesztő mező. Azokat rendezetesen vegyszerezik és művelik, ami a gombák előfordulására és fejlődésére kedvezőtlen. A vadon termő gombák fogyasztását a környezet-szennyezésből adódó káros nehézfém-só-tartalom is csökkenti, és a fogyasztókat egyre inkább elriasztja felhasználásuktól.

A gombák élelmezési jelentőségét ma még nem eléggé ismerik, noha az utóbbi években sokat javult a helyzet. Eleősorban izanyagaikkal, fűszerező hatásukkal tűnnek ki. Nem lebecsülendő fehérjetartalmuk sem. Fehérjéik aminosav összetétele megegyezik az állati fehérjékével, ilyen értelemben tehát teljesen húsértékű tápláléknak tekinthetők. Igaz, fehérjéik mennyisége elmarad az állati termékekétől, mert amíg a húsekban kb. 20, az egyéb állati termékekben 10, addig a nyers gombában 3-5 %-nyi a fehérjetartalom.

Vitaminokban is elég dúsek. Különösen jelentős D-vitamin tartalmuk. A D-vitamin a gombákon kívül a többi termesztett növényben nem fordul elő. Kitintartalmuk miatt ugyan nehezebben emészthetők, mint a húsek és a zöldségfélék, de ez a tulajdonságuk inkább előny, mint hátrány.

rány, mert a jóllakottság érzését a gyomorban huzamosabb időn át biztosítják.

Szénhidrát-tartalmuk kevés, így a cukorbetegségeket korlátlanul fogyaszthatják. A felsorolt tulajdonságaik alapján a gombák korszerű tápláléknak minősülnek.

Fogyasztásuk ma még nemzetközileg is nagyon csekély mértékű. Európában a legtöbb gombát fogyasztó országokban az évenkénti egy főre jutó fogyasztás 3 kg körül van. Magyarországon ez az érték átlagosan még csak 50-70 dkg évente. Az egészséges táplálkozáshoz - anélkül, hogy lényegesen befolyásolnánk a kialakult étkezési szokásainkat - hetente kb. 10 dkg gomba fogyasztása látszik elérhetőnek s talán optimálisnak is. Ehhez a szinthez azonban a jelenlegi termelésünket 7-8-szorosára kellene fejlesztenünk.

A termelés jövedelmezősége - a mai ár- és költségviszonyok mellett - eléri vagy felülmúlja a zöldségtermesztését. A gombatermesztést előnyösen befolyásolja az is, hogy termelésükhöz olyan anyagokat lehet táptalajként felhasználni, melyek a mezőgazdaságban már hulladéknak tekinthetők, és ezek jelentős mennyiségben és viszonylag olcsón szerezhetők be. Előnyük még rövid termelési ciklusuk, ezért egy korszerű termelői helyiség évente akár 5-7-szer is hasznosítható. Mindezek a termelés jövedelmezőségét bizonyítják. Végül az sem jelentéktelen előnyük, hogy a termelésbe fektetett tőke a termelés révén igen gyorsan megtérül.

A gombatermesztés élelmezési és gazdasági jelentősége mellett egyre gyakrabban értesülhetünk a szakirodalomból a gombák gyógyászati felhasználhatóságának jelentőségéről is. Már korábban is ismert volt a népi gyógyászatban egyes fajok speciális betegségekre kifejtett gyógyító hatása. Ma inkább a kísérletekre és a pontos mérések-

re alapozott publikációkból értesülhetünk arról, hogy a kolesterin szint befolyásolásában, nyugtató hatás elérésében, daganatellenes hatásban néhány gombafaj nagyon jelentős.

A felsorolt tények egyértelművé teszik, hogy a termesztés a jövő, és a gyűjtés fokozatosan visszafejlődik.

A termesztés módszerei fajoként eltérőek, de sokszor országoként is másképp a technológia egyes részei. Eltérő az alapanyagok összetétele, azok előkészítése, de a termesztés egyéb körülményei /hőkezelés, berendezések/ tekintetében is jelentős eltérések vannak. Ebből is adódik a kérdés, vajon a különböző termesztett fajok és fajták élelmezési jelentősége /tehát kémiai összetételük: vitamin, ásványi elemek, fehérje és aminosav, gyógyászati hatóanyagok/ a termesztési módok miatt eltérő-e, és az eltérések kihatnak-e az egyes fajok, illetve fajták termesztésének további alakulására. A termesztés módja, különösen a szubsztrátum befolyással van-e a felsorolt alapvető beltartalmi értékek alakulására?

Valójában a vadon vagy szabadban termő és a termesztett gomba minőségében vannak-e érzékelhető és az élelmezés szempontjából jelentősnek minősülő különbségek?

Végül a környezetszennyezés következményei /nehézfémek, nitrátok/ valójában a vadon, szabadban termő fajok esetében ugyanazon fajok termesztett változataival szemben jelentenek-e lényeges előnyt, esetleg hátrányt?

Ilyen összefüggésben vannak részvizsgálatok, de azok főként a vadon előforduló fajokra, azok kémiai összetételére szorítkoznak. Kevesen vagy egyáltalán nem vizsgálták a termesztési mód hatását a gombák összetételének alakulására.

Magyarországon a termesztési kutatások nemzetközileg is elismert színvonalúak, ez vonatkozik a különböző fajok domesztikációjára is, de szép eredményekkel dicsekedhetünk a technológiák részletkérdéseinek kidolgozásában is. Célszerű lenne ezek ismeretében vizsgálni a beltartalmi érték alakulásokat.

A szakirodalomban eddig megjelent adatok nem elegendők a gombák termesztéstechnológiájához szükséges biológiai alapok megteremtéséhez, így 1985-től a Magyar Tudományos Akadémia ösztöndíjasaként azon dolgoztam, hogy az *Agaricus* sp., a *Pleurotus* sp., a *Stropharia* sp., a *Coprinus comatus* és a *Lentinus edodes* fajokról minél sokoldalúbb jellemzést adjunk át a gyakorlat számára termesztési, élelmezési és gyógyászati szempontból.

Kutatási programunkat az alábbi célkitűzéseknek megfelelően állítottuk össze:

1. Termesztett gombák vitamintartalmának /C-, D-, E-vitamin/ vizsgálata, valamint annak tisztázása, hogy az eltérő termesztési mód befolyásolja-e a vitamintartalom alakulását.
2. A vizsgált gombafajok, illetve fajták nyersfehérje- és aminosavtartalmának meghatározása.
3. A napjainkban sok gondot jelentő nehézfémek és nitrátok minőségi és mennyiségi meghatározása a gombákban, valamint a kapott értékek összevetése szabadban, illetve termesztő helyiségben termesztett gombák esetén.
4. A gombák fitokémiai szűrővizsgálata, amellyel arra kerestük a választ, hogy a gombakivonatok rendelkeznek-e bizonyos vegyületekkel, vegyületcsoportokkal, illetve bioaktív hatásokkal.

5. Irodalmi adatokra támaszkodva a gombák gyógyászati szempontból fontos hatóanyagairól adatokat gyűjteni és egy irodalmi összefoglalást készíteni.

Az így kapott eredményeket összeggezve próbáltam összefoglalni tapasztalataimat és következtetéseket levonni arra vonatkozólag, hogy a gombák élelmezési és gyógyászati szempontból milyen jelentőséggel bírnak.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A GOMBÁK GYÓGYÁSZATI ALKALMAZÁSÁRÓL

A gombák egyre jelentősebb helyet foglalnak el a gyógyszerkutatásban. Ez elsősorban a kémiai analitika modern módszereinek /elválasztástechnika, NMR, atomabszorpció stb./ köszönhető, de a biotechnológia új eredményei /protoplasztfúzió, fermentáció/ még nagyobb lendületet adnak a gombák hatóanyagtartalmának újraértékeléséhez és a gyakorlati felhasználásukhoz.

Sár a fitokémiai vizsgálatok némely vegyületek, s hatóanyagok vonatkozásában a termesztett gombák gyógyászati jelentőségét már kimutatták, ennek ellenére a gyógyászati előnyöket egy külön fejezetben foglaltam össze.

2.1. Antibakteriális hatás

Az alacsonyabb rendű gombák rendelkeznek a legdrágább és leghatásosabb terápiás értékekkel, mint antibiotikum források, különösen az antibakteriális antibiotikumok.

Az 1940-es évek végén és az 1950-es évek elején, amikor az antibakteriális hatások kutatásának csúcsa volt, számos alacsonyabb rendű gombát vizsgáltak meg Angliában és Amerikában. A magasabb rendű gombák azkrinolóss kisebb intenzitással, de folytatódott az 1960-as és 1970-es években. A nyers kivonatot használták fel termőtest, illetve micélium kultúrákból.

Kimutattak poliacetiléneket a következő speciesekben: *Clitocybe*, *Pleurotus*, *Tricholoma* stb. /Benedict és Brady, 1972/. Egyéb vegyületeket is találtak, melyeknek szerkezetét is tisztázták: fenolok, purinek és pirimidin vegyü-

letek, terpenoidok és fenolpropán derivátumok. Vogel és munkatársai /1978/ írták le az antibakteriális hatású fenol és glikozid derivátumokat Agaricus bisporus-ból. Mind a Gram-pozitív, mind a Gram-negatív baktériumokra hatásos volt a telált vegyület /-L-glutamil-4-hidroxibenzol/, bár a Gram-negatív szervezetre csak igen csekély mértékben /Vogel et al., 1974/.

2.2. Antimikrobás hatás

Míg a magasabb rendű gombák antibakteriális hatását igen intenzíven kutatták, addig az antimikrobás hatást szinte alig. Herman /1962/ a Lentinus edodes, Bohus és munkatársai /1961/ a Coprinus comatus ilyen jellegű hatásáról számoltak be.

A gombák polifenol-szinanyagai gyakran antimikrobás hatással rendelkeznek, de annyira könnyen oxidálódhatnak és bomlanak, hogy gyakorlati alkalmazásuk még egyelőre várat magára /Junshan et al., 1984/.

2.3. Tumorgátló hatás

A tumorgátló vegyületek vizsgálata a legidősebb kutatások közé tartozik. Ezen belül is a természetes vegyületek kutatása került előtérbe napjainkban. Egyes szerzők ezek közé sorolják a gombákat is.

A calvacin tumorellenes hatású vegyület adta az első inspirációt az általános biológiai aktivitással bíró magasabb rendű gombák vizsgálatához /Chang - Hayes, 1978/.

Legkorábbi adataink népgyógyászati eredetűek, melyek a gombák bizonyos jótékony hatásairól számoltak be. Hartwell 1971-ben állított össze egy tanulmányt, amelyben a népgyógyászatban használt növényi gyógymódokat is-

merteti, s melyben egy fejezetet szánt a magasabb rendű gombáknak. Nemcsak mérgező, hanem ehető gombafajok is szerepelnek benne, mint pl. Agaricus és Boletus sp-k is. 1969-ben Ikekawa számolt be magasabb rendű gombák tumor-ellenes hatásának vizsgálatairól. Még érdekesebb, hogy néhány vegyület ezek közül hipokoleszterémias hatással is rendelkezik /Kanada és Tokeda, 1966/. Ilyen vegyületek pl.: lentinán a Lentinus edodes-ből /Ikekawa és munkatársai, 1969/, pleurotin a Pleurotus ostreatus-ból /Yoshioka et al., 1975/, quonoid az Agaricus bisporus-ból /Vogel et al., 1975/. A quinidok képesek megkötni a szulfhidril-csoportokat, és ezáltal gátolják a DNS-szintézist /Weaver et al., 1970/.

A makrogombákban olyan vízben oldódó glukán-típusú poliszacharidokat, ún. poliglukánokat /csak glukózból felépített poliszacharidok/ találtak, amelyekre a 20-500 ezer, gyakran az 1-2 millió molekulatömeg, valamint az 1 és 3, az elágazásoknál 1 és 4, valamint az 1 és 6 C-C kötésű β -állású D-glükének jellemzők. Erre a kötéstípusra és molekulatömegre jellemző a speciális immunstimuláló és tumorgátló hatás.

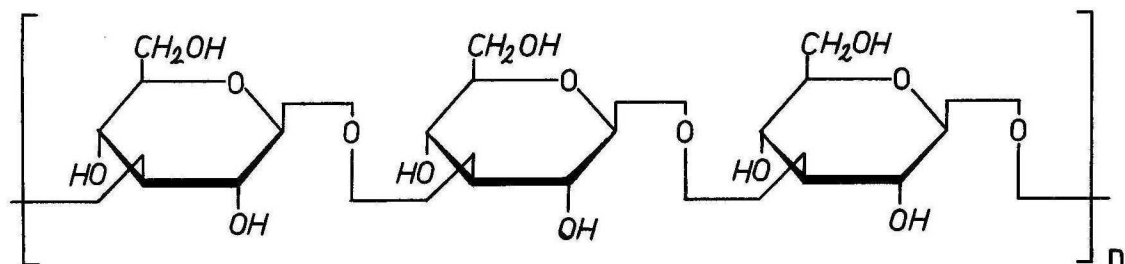
Sasaki és Takesuki 1975-ban a nálunk is már ismert és a ZKI-ban sikeresen már termesztett Lentinus edodes tumorgátló vegyületének, a lentinánnak a szerkezeti jellemzőit adták meg /1. ábra/.

1965-ben Yoshioka és munkatársai a Pleurotus ostreatus savas-poliszacharid komponensei között β -/1-3/ kötésű tumorgátló frakciót találtak /2. ábra/.

E szerzők a laskagomba forró vízes kivonatából kiindulva olyan neutrális poliszacharidokat frakcionáltak, amelyekből igen aktív -O gúkant izoláltak, amely 0,1 mg/kg dózisban azarkoma 180 fejlődését erősen gátolta egerekben /Yoshioka et al., 1975/.

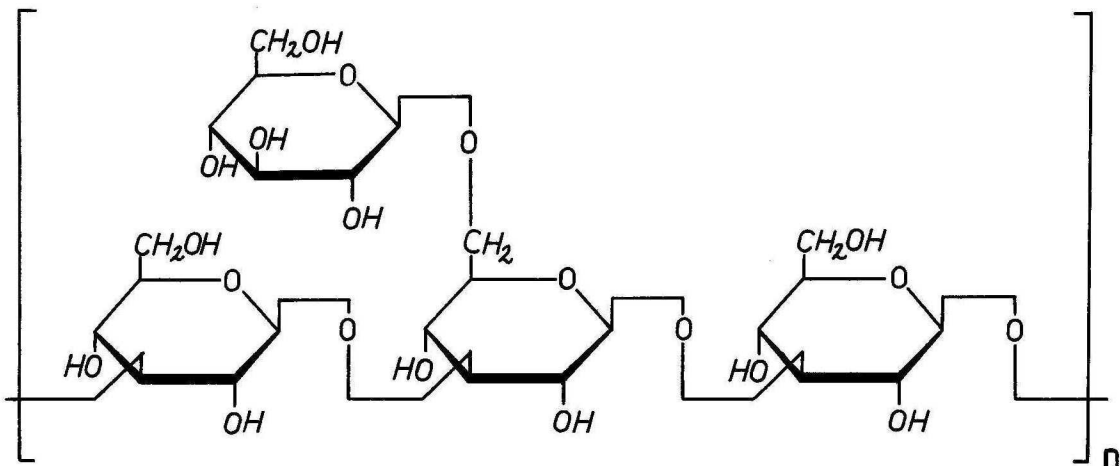
1. ábra

β -/1-3/ kötéstípusú lentinan



2. ábra

β -/1-3/, β -/1-6/ kötéstípusú β -glükán



1986-ban Mizuno és munkatársai újabb eredménnyel gazdagították a gombák tumorgátló hatására vonatkozó adatokat, bebizonyítva, hogy orálisan adagolva ezen vízben oldódó és oldhatatlan aktív poliszacharid frakciók nem hatásosak /Mizuno et al., 1986/.

Az 1. táblázatban gombák forró vizes kivonatából származó tumorgátló vegyületek hatékonyságát tüntették fel.

1. táblázat

Gombák tumorgátló hatékonysága

Gomba	Tumor- ^M gátlás %-ban	Teljes ^{MM} vissza- fejlődés
Lentinus edodes	80,7	6/10
Agaricus bisporus	12,7	0/10

Megjegyzés: egerekben azarkoma 180 esetén naponta 200 mg/kg dózisban intraperitoneálisan 10 napig

^M Tumorgátlás %-ban = $(A - B) / A \times 100$

A = átlagos tumorsúly a kontroll csoportnál

B = átlagos tumorsúly a kezelt csoportnál

^{MM} A tumor teljes visszafejlődése

gyógyult egerek száma/összes egérezám

/Hamuro et al., 1974/

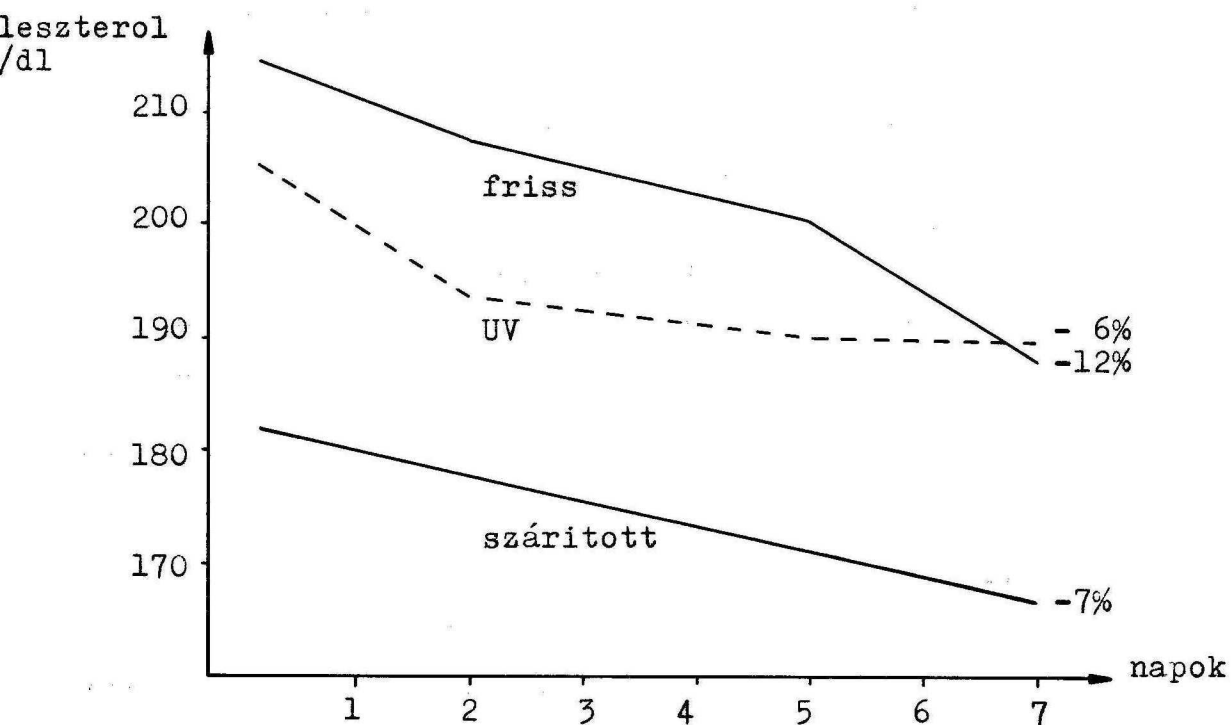
2.4. Hipolipidémiás hatás

A gombák vérkoleszterin-szint csökkentő hatásáról először 1964-ben Kanada és munkatársai számoltak be. Kanada az egerek diétás táplálékát 5 %-ban szárított /porított/ Lentinus edodes-szel /shii-take/ egészítette ki. Így 10 hétig kezelve az egereket, kb. 24 %-kal csökkent a vérkoleszterin-szintjük.

Suzuki és Oshima fiatal nők három csoportjának 1 héten át Lentinus gombát adagolt a táplálékkal. Az első csoport naponta 90 g friss, a második csoport 9 g szárított /amely 90 g friss gombának felel meg/, a harmadik csoport pedig 9 g UV sugárral kezelt szárított gombát kapott. A kezelés előtt és után mérték a vér koleszterintartalmát. Az eredményeket a 3. ábra mutatja.

3. ábra

Shii-take és a szérum koleszterol /nőkben/



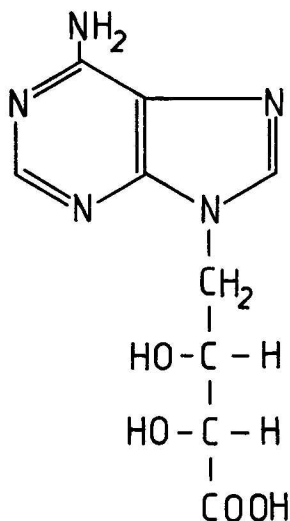
Az első csoportnál - akik friss gombát fogyasztottak - 12 %-kal, a második csoportban - akik szárított gombát fogyasztottak - 7 %-kal, míg az UV-val besugárzott gombát fogyasztott csoportban átlagosan 6 %-kal csökkent a koleszterin-szint.

A szerzők szerint a Lentinus edodes nemcsak az ételek ízét javítja, hanem segít a megelőzésben, illetve gyógyíthatja a mezesedett véredényrendszert /Suzuki - Ohshima, 1974/.

Tokuda és munkatársai 1976-ban megállapították, hogy a gomba fogyasztása által létrejött hipokoleszterémia a koleszterol metabolizmus felgyorsulásának és fokozott koleszterol kiválasztásnak köszönhető. Az aktív hipolipidémiát okozó vegyület a Lentinus edodes-ben az eritadenin 2/R/, 3/R/-dihydroxy-4-/9-adenyl/ vajsav /Chibata et al., 1969/.

4. ábra

Eritadenin



Az eritadenin hatása általános hatással van a koleszterol-, triglicerid- és foszfolipid-szintre. Aktív vegyület az egérben, csirkében, majomban /Takeshima et al., 1974/.

Az arterioszklerózis bizonyítottan patogén faktora a hiperkoleszterolémia.

2.5. Immunstimulációs hatás

Az immunbiológia hatalmas és összetett tudományterület. Bonyolultsága miatt sok még a bizonytalan összefüggés. Hansel /1984/ és Wagner /1980/ a növényi immunstimulációk tárgyalásánál hangsúlyozzák, hogy ezek az anyagok nem növelik a speciális immunválaszt, hanem aspecifikusan fokozzák a gazdaszervezet ellenálló mechanizmusát. A növényi és gomba eredetű immunstimulációk speciális szerkezetű poliszacharidok, melyek növelik a fagocitózist. Erősen aktiválják a makrofágokat, bizonyos fókig elősegítik az interferonképződést, serkentik a T-limfociták és T-helper sejtek /T = timuszmirigy/ képződését /Wagner, 1980/.

Kínai kutatók kimutatták, hogy a *Lentinus edodes*-ben lévő poliszacharidok hatására az egerekben 5 napra a beadást követően jelentősen megnövekszik a szérumglobulin-szint /Wang et al., 1984/.

2.6. Egyéb hatások

A *Coprinus comatus* /gyapjas tintagomba/ vércukorszintre gyakorolt hatásáról számolt be Reuter a *Planta Medica* 1984. évi számában. Kísérleteik során egereknek diétaként szárított tintagombát adagoltak, a bizonyos idő elteltével mérték az állatok vércukorszintjét. Az egerek 3,6 g/testsúly kg szárított gomba táplálása során a 11-25. napon a vércukorszintben szignifikáns különbség adódott a kontroll csoporthoz képest. Ez a különbség 33 % /w/w/ volt, amely igen jelentősnek mondható.

Korábbi szakirodalomban találkozhattunk olyan utalásokkal, amelyek a tintagomba és az azt követő alkoholfogyasztás hatására kellemetlen tünetekről számoltak be.

Werthen és munkatársai /1962/ szerint az étkezésre alkalmas különböző *Coprinus* fajok között található olyan, amely alkohollal együtt fogyasztva toxikus, nem várt reakciókat vált ki. Vízgálódásaik során végül is triptofánt, illetve triptamint sikerült kimutatniuk, melyek szerintük ezekért a kellemetlen hatásokért felelősek.

Más kutatóknak diazulfiram nevű vegyületet sikerült izolálniuk /Simandl és Franc, 1956/. Ezt a vegyületet használják alkoholisták kezelésében, amely gátolja a máj aldehid-dehidrogenáz aktivitását. Ez az enzim az alkohol metabolizmusában játszik szerepet. A fellépő kellemetlen tünetekért /vérbőség, arcpiar, forróságérzet, szapora légzés, szivdobogás, szédülés, hányás/ a vérben felgyülemelő acetaldehid a felelős.

Wier és Tyler /1960/ ilyen irányú kísérletei nem jártak eredménnyel, nem tudtak sem a vadon termő, sem a termesztett *Coprinus* fajokból ilyen vegyületet kimutatni.

Werthen és munkatársai /1962/ háromféle tintagombában vizsgálták a triptamin mennyiségét. A *Coprinus comatus*-ban 60 cg/g, a *C. atramentarius*-ban 27 cg/g /szárazanyagra vonatkoztatva/ triptamint határoztak meg, míg a *C. micaceus*-ban nem találtak kimutatható mennyiséget.

Ezek az irodalmi adatok viszonylag régiek, de manapság is számolnak be ilyen kellemetlen tünetekről egyes tintagomba fajok és alkohol egyidejű fogyasztása után. Ezért érdemes a tintagomba fajokat alaposabban megvizsgálni, s fel kell hívni a figyelmet arra, hogy tintagomba fogyasztás után kerüljük az alkoholt.

3. VIZSGÁLATI ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálataimat a fontosabb termesztett gombákkal végeztem, elsősorban azokkal, amelyek ma Magyarországon a termesztésben már ismertek, de azokat is vizsgáltam, amelyek egyelőre még csak kísérleti méretekben terjedtek el, de elterjedésükre a közeljövőben már számítani lehet.

A termesztésben hosszú évtizedeken keresztül a világon lényegében egy fajjal találkozhatunk, az *Agaricus bisporus*-szal. Ennek a gombának a termesztését tudták legelőször megoldani a XX. század első éveiben. A többi faj domesztikációja ennek tapasztalataira épülve 2-3 évtizeddel később, a 40-es évek elején indulhatott meg. Néhány kisebb jelentőségű, könnyebben termeszthető szaprobionta faj a Távol-Keleten már korábban is szerepelt a termesztésben, de ezek produktuma ma is messze elmarad az említett *Agaricus* sp. mellett *Lentinus edodes*, *Volvariella volvacea*/. Azt is tudni kell, hogy a két faj a trópusi környezetben minimális termesztési feltétel megteremtésével is sikeresen termeszthető volt. A tulajdonképpen korszerű, biztonságos termesztés csak a XX. században alakult ki.

A kutatási eredmények hatására ma már 3-4 faj, zömmel szaprobionták termesztése az *Agaricus*okéhoz hasonló intenzív, gazdaságos és megbízható eljárással történik. Remény van rá, hogy a közeli jövőben további újabb fajok kerülnek a termesztésbe, növelve ezzel a fajok választékát és a fogyasztható gombák mennyiségét is.

A termeszthető fajok közül így vizsgáltam a két üzemszerűen termesztett *Agaricus* sp-t és a *Pleurotus* sp-t. A köztudatban tulajdonképpen két fajról van szó, a gyakor-

latban azonban ennél bővebb a csiperke- és laskagomba fogalomköre.

A csiperke alatt elsősorban az *Agaricus bisporus* értik, de termesztési szempontból egyre jelentősebb lehet az izletes csiperke, az *Agaricus bitorquis* faj is, mert magasabb hőigénye révén a tavasz végi és nyári hónapokban a termeszthetősége jobb, mint a bisporusé. Ezért e két fajnak az összehasonlítását hasznos összehasonlítani.

A termesztett laskák fogalomkörébe tulajdonképpen két faj tartozik, a *Pleurotus ostreatus*, amely ma már csak az extenzív termesztésben /rönköse/ fordul elő, ezen túl pedig egyik alapvető nemesítési alapanyaga az újabb laska hibrideknek. A másik faj /egyeseek szerint nem önálló faj/ a *Pleurotus florida*, amely lényegesen nagyobb mélegben is jól díszlik. Ezt a fajt sem igen termesztik már, de a nemesítésben egyik fontos partner. Itt-ott hallani lehet Európában a *Pleurotus eryngii*-ről is, nálunk Magyarországon a termesztésben nem kedvelik. Ma tulajdonképpen a laskatermesztésben az *ostreatus* és *florida* intermedierjei fordulnak elő. Ezek tenyésztésükben, hőigényben eltérnek egymástól, de olyan "együttest" alkotnak, amelyből a termesztő körülményeihez képest megtalálja a számára és a termesztés körülményeihez legmegfelelebbet. A laskagomba nemesítése Magyarországon magas szintű. Az itt nemesített hibridek nemcsak nálunk, hanem egész Európában elterjedtek /H₇, G₂₄ stb./.

A még nem üzemi méretekben termesztett fajok közül vizsgáltam a *Coprinus comatus* /gyapjas tintagomba/ egyes tulajdonságait is, amelynek termesztésmódját eredetileg az NDK-ban és az NSZK-ban dolgozták ki, de még trágya kompozitumra. A hazai kutatók néhány esztendője megoldották a szalma táptalajon történő termesztését is. Ez a módszer egyelőre csak hazánkban ismert és szabadalomként is szíven tartott. Ezt a gombát teljes bíztonossággal a laskához

használatához hasonló korszerű technológiával lehet termesztetni. Bőtermő, jóízű, termesztésének és felhasználásának főként a szárított és konzerv készítményekben lehet jelentősége.

Vizsgálataimban szerepel a *Stropharia rugosa annulata* /óriás harmatgomba/ faj is. Ez a faj körülbelül két évtizede nagyon reményteljesen kezdett terjedni, főleg Közép-Európában. Az NDK-ban dolgozták ki termesztési módját, a csiperkegomba technológiájára építve. Talán genetikai okok miatt a termés hozamai nagyon ingadoznak, ezért biztonságos nagyüzemi termesztése nem terjedhetett el. A hobbisok és a kisüzemekben ma is termesztik, zömmel Közép-Európában és az NSZK-ban. Ize, a termesztési feltételek iránti igénytelensége miatt nagy az érdeklődés iránta, s ezért változatlanul kutatjuk a termesztésmód biztonságossá tételét. Ha a termesztést sikerül korszerűsíteni, akkor jelentős lesz ez a gomba is a termesztésben.

Foglalkoztam egy olyan fajnak a vizsgálatával is, amely talán a jövő gombájának tekinthető. A *Lentinus edodes* /shii-take/ termesztése Japánban és néhány távol-keleti országban már régi keletű. Ez a termesztés azonban egy nagyon extenzív farönköse módszer. Ez a gomba kitűnő ízanyagai révén is kedvelt, de legalább annyira lényeges sajátossága, hogy olyan hatóanyagokkal is rendelkezik, amelyeknek a gyógyászatban is jelentősége van, illetve lehet. A termesztésben egy intenzív, korszerű termesztési eljárás kidolgozása a fő feladat. Kutatók százai dolgoznak ezen ma világszerte, köztük magyarok is, s remény van rá, hogy rövidesen ez a gomba is a csiperkéhez és a leekához hasonlóan lesz termesztendő.

Ma Magyarországon előszerbén a csiperke fajok termesztésében még a hagyományos táptalaj, a lótrágya az alapvető. Magyar kutatók azonban nemzetközileg is előként kidolgozták a csiperke szalmán történő termesztését.

ségének lehetőségét, megdöntve ezzel egy sor elméleti termesztési alapelvet. Kérdés azonban, hogy ez az új táptalaj befolyással van-e a csiperkék belső összetételére. A Magyarországon kialakított univerzális /szalma/ táptalaj a jövőben ferradalmazhatja a termesztés módszereit nemcsak a csiperkénél, de más fajknál is. Azért tartottam fontosnak a táptalajoknak a gombák hatóanyagának alakulására való hatását nyomatékosan vizsgálni.

A kísérletekben alkalmazott gombafajok és fajták, valamint a táptalajok rövid leírását az alábbiakban foglaltuk össze.

3.1. A vizsgált gombafajok és fajták

Agaricus bisporus /Lge./Sing./: termesztett csiperke

A kereskedelmi forgalomban legjobban elterjedt, "champignon" néven közismert, fehéres, krémszínű, világosbarna kalapú, galléres tönkű, kissé rozadásodó húús gomba.

Fajták, illetve törzsek:

- D₁₃: fehér kalapú, bő termőképességű, extenzív és intenzív feltételek között termesztendő fajta,
- U₁: fehér kalapú, intenzív feltételek között termesztendő holland hibrid fajta,
- Pc₂: világosbarna kalapú, tönkje fehér, bőtermő, extenzív és intenzív feltételek között termesztendő.

Agaricus bitorquis /Quel./Sacc./: izletes csiperke

Nagy termőtestű, vastag húús, fehéres kalapú, gallérja kettős, az alsó a tönk alját bocskorszerűen borító burek maradványa, intenzív feltételek között termesztendő.

Pleurotus ostreatus /Jacq. ex Fr./Kummer/: késői laskagomba

Kalapja féleldeles, kagyló alakú. Színe szürkés, kékes, barnászürke, krémszínű és feketés is lehet. A gomba csoportosan terem, a csoportok egy közös töből nőnek ki.

Fajták, illetve törzsek:

H₇: hibrid fajta, intenzív termesztési feltételek között termesztendő,

G₂₄: hibrid fajta, igen korai és bőtermő. Intenzív termesztési feltételek között termesztendő,

L_{sz}: késői fajta, extenzív, illetve intenzív /téli/ feltételek között termesztendő.

Coprinus comatus /Müll. in. Fl. Dan. ex Fr./S.F. Gray/: gyapjas tintagomba

Fiatalon hexagónus, tojásdad alakú, később kúposan szétterülő. A kalap fehérre, közepe vöröses-barnás színű, sűrű gyapjas pikkelyek borítják. Lemezei sűrűn állók, fiatalon fehérek, később tintaszerűen elfolynak. Intenzív feltételek között szalmán termesztendő.

Stropharia rugosa-annulata /Farlow ex Murrill/: harmatgomba

Félgömb alakú, sárgásbarnás kalapú gombafaj. Lemezei kezdetben szürkés, később feketésbarnás. A tönkön gallér található, húsa puha, fehér színű.

Fajta:

Gelb: sárgás kalapú, extenzív feltételek között szabadban termesztendő.

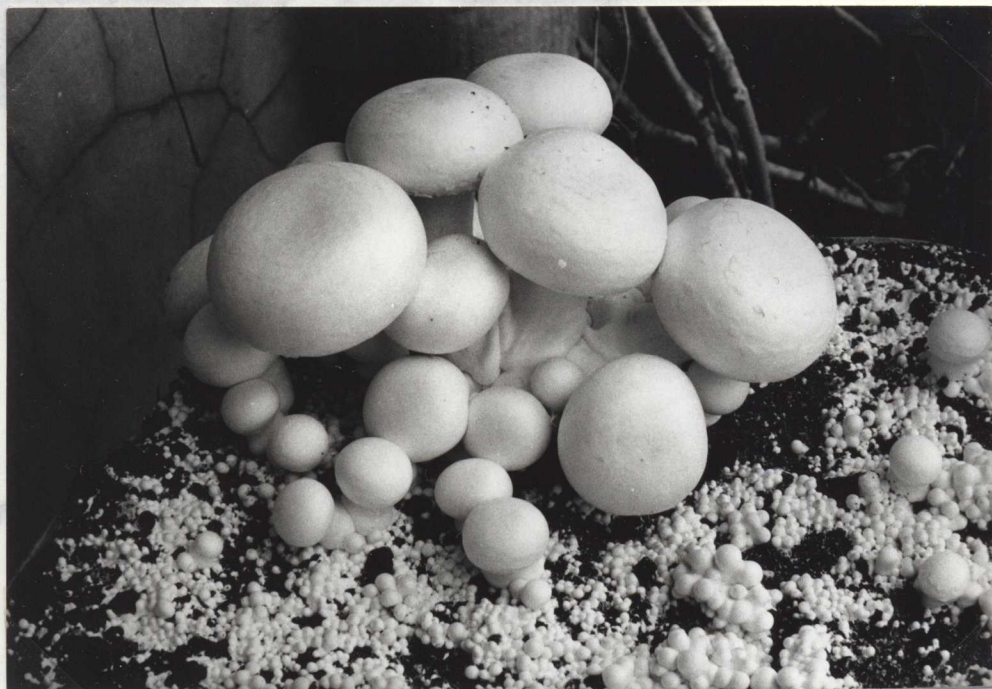
Lentinus edodes /Berk./Sing/: shii-take gomba

Világosbarna vagy szürke kalapú, a kalap pikkelyes, lemezei fehérek, vörösesen foltosodó. Tönkje barnás-fehér színű.

Törzs:

LEM: intenzív feltételek között sterilizált fűrészporon termesztethető.

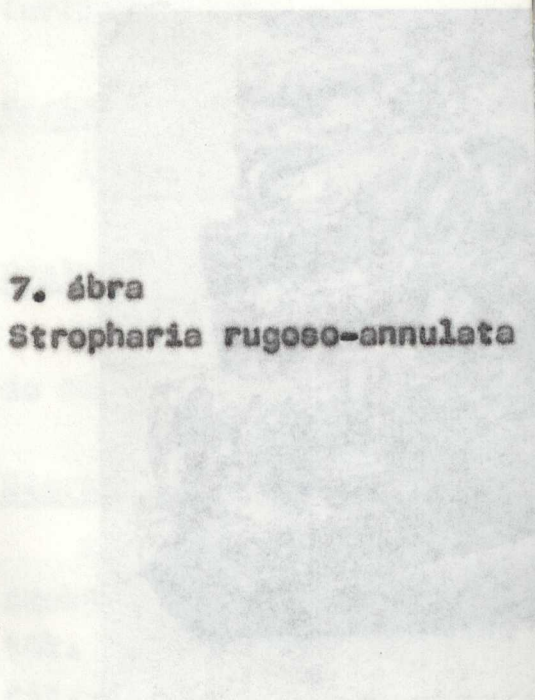
A vizsgálatokhoz a különböző gombamintákat általában szedési érettségű stádiumban szedték, amely a magyar szabvány szerinti I. osztályt jelenti, az ettől eltérő fejlettségi állapotban történt vizsgálatokat a megfelelő részben jeleztük.



5. ábra *Agaricus bisporus*



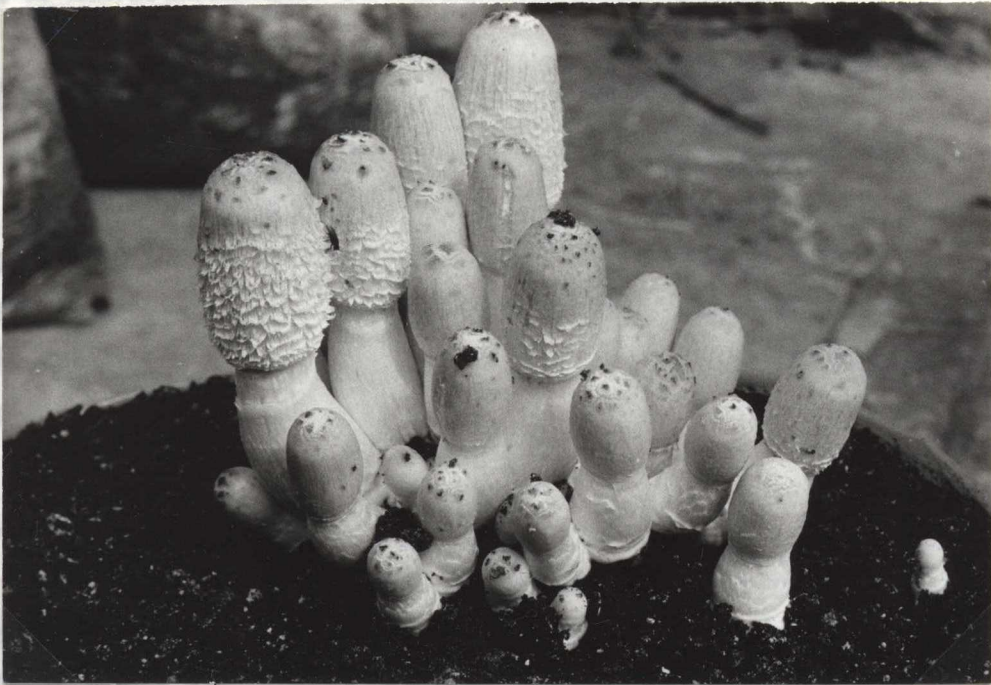
6. ábra
Pleurotus ostreatus



7. ábra
Stropharia rugoso-annulata



9. ábra *Lent*



8. ábra *Coprinus comatus*



9. ábra *Lentinus edodes*

3.2. A kísérletekben felhasznált táptalajok

Lótrágyából készült komposzt

Az alapanyagot /lótrágyát/ komposztálással, illetve ezt kiegészítő hőkezeléssel teszik a csiperkegomba számára alkalmassá. A komposztálás 10-14 napig tart, a hőkezelés pedig 5-7 napig. Ekkor válik a lótrágyából készült komposzt szelektívvé, illetve a csiperkegomba termesztésére alkalmassá.

100 °C-on kezelt szalma

A 20-30 mm-es szalmát hőkezelő berendezésben szárazon, 100 °C-on 60 percig kezeltük, a ezt követően 0,01 % fundazelos /benomil/ vízzel benedvesítettük.

Anaerob eljárással előállított szalma

A darált szalmát 10-14 napig 0,01 %-os fundazelos /benomil/ vízben anaerob körülmények között /víz alatt/ tartottuk.

Farönk

A laskagombát szabadban, nyárfarönkön termesztettük.

Szalmabálán történő termesztés

A bálákat a bála szétesedése nélkül benedvesítettük és ezen végeztük a termesztést.

Steril fűrészpor

Különböző adalékanyagokkal /korpa, kukoricadara/ őszszekevert fűrészport 100 °C-on szárazon gőzzel hőkezeltük. Fundazelos nedvesítés után kevertük bele a gombacserát.

2. táblázat

A vizsgálatokhoz felhasznált gombafajok és fajták,
valamint termesztési táptalajaik

Gombafajok és fajták	Lótrégya komposzt	100 °C-on kezelt szalma	anzsereb eljárással készült szalma	ferőnk	szalmabéla	steril fürdőszpor
<i>Agaricus bisporus</i> /csiperke/						
D ₁₃	+	+	-	-	-	-
U ₁	+	+	-	-	-	-
/barna kalapú/ Pc ₂	-	+	-	-	-	-
<i>Agaricus bitorquis</i> /izletes csiperke/	-	+	-	-	-	-
<i>Pleurotus</i> sp. /laska/						
H ₇	-	+	+	-	-	-
L _{sz}	-	+	-	+	-	-
G ₂₄	-	+	+	-	-	-
<i>Stropharia rugoso-</i> <i>annulata</i> /óriás harmatgomba/						
Gelb	-	-	-	-	+	-
<i>Coprinus comatus</i> /gyapjas tintagomba/	+	+	+	-	-	-
<i>Lentinus edodes</i> /shii-take/						
LEM	-	-	-	-	-	+

A vizegálati anyag a ZKI FV kísérleti anyagából, az üzemi termesztésből, valamint vadon gyűjtött termőestekből került ki.

A kísérleti vizegálatokhoz szükséges anyag mennyisége a vizegálat tárgyától, illetve módszerétől függően változott.

Egyes vizegálatokhoz a szokványostól eltérően más-más fejlettségű termésekre volt szükség, de itt is lehetőség szerint az "átlag minta" begyűjtésére törekedtünk; ez szubjektíven történt a fajok és fajták elég nagyfokú alakbeli, nagyságrendi stb. eltérése miatt.

A különböző táptalajon termett gombák vizegálatánál a mintákat folyamatosan gyűjtöttük, és arra törekedtünk, hogy azok azonos időben és azonos termesztési feltételek közül kerüljenek ki. A nagyüzemi kísérleti anyagból ez szinte minden esetben lehetséges is volt.

A vizegálatokat jellegüknek megfelelő ismétlésszámban végeztük. Többszörös /általában négyezeres/ ismétlésre a vitamin, a triptofán és a nehézfémek vizegálatánál volt lehetőségünk. A fitokémiai méréseket azok jellege miatt természetesen nagyobb mennyiségű nyersanyagból nyert átlagmintából végeztük.

A kiértékeléseket a fitokémiai megfigyelések kivételével variancia analízissel végeztük a Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetemen, illetve a ZKI-ban.

4. A GOMBÁK NÉHÁNY FONTOS VITAMINTARTALMÁNAK ALAKULÁSA

A vitaminok különböző fontos élettani folyamatokban jelentős hatással rendelkező anyagok, amelyek főként a táplálékokkal jutnak a szervezetbe /Biológiai Lexikon, 1975/. A vitaminok jellegzetességei közül a fontosabbak:

- esszenciális exogén anyagok, amelyeket az emberi szervezet nem tud szintetizálni,
- igen kis - az őket tartalmazó tápanyagokhoz viszonyítva elenyészően csekély - mennyiségben is hatásosak,
- élettani funkciójuk - amelyet változatlan formában vagy valamely anyagcsere terméküké /koenzim/ alakulva fejtenek ki - az anyagcsere folyamatok gyorsítása; a folyamatokban katalizátor jelleggel vesznek részt /Bálint, 1979/.

A vitaminok kémiai szerkezete, azok élettani szerepe és hatása eltérő, ezért ilyen alapon nem csoportosíthatók. A gyakorlatban a vitaminokat két nagy csoportra, vízben és zsírban oldódó vitaminokra osztják. Fontosabb jellemzőiket a 3. táblázat mutatja.

A vitaminok a legkülönbözőbb növényi és állati termékekben fordulnak elő. Előfordulásuk meglehetősen változatos. Ugyanaz a vitamin egyes termékekben, pl. zöldség- vagy gyümölcsfélékben elég olcsón biztosítható. A korszerű kémia ma már a vitaminok nagy részét szintetikusan is előállítja. Mégis az iz- és egyéb anyagok együttes jelenléte ma is a természetes forrásokból biztosított vitaminok mellett szól.

3. táblázat

Az ismertebb vitaminok fontosabb jellemzői

/Knoll, 1983/

Jelölés	Név	Hánybetegség /melyre előnyösen hat/	Közepes szükséglet mg/nap
I. <u>Zsíroldékony vitaminok</u>			
"A"	axerophol	hiperkeratózis	1,5-2
"D"	calciferol	rachítisz	0,025
"E"	tokoferol	sterilitás /nem teljesen tisztázott/	/20/
"K"	antihemorrhágiás vitamin	véralvadási zavarok	0,1
II. <u>Vízoldékony vitaminok</u>			
"B ₁ "	thiamin	beriberi	1-2
"B ₂ "	riboflavin	dermatitisz	1,5-2
"B ₃ "	nikotinsavamid	pellagra	15-20
"B ₆ "	piridoxin	epileptiform görcsök	1-2
	folsav	megaleoblasztos anémia	/1-2/
"B ₈ "	pantoténsav	"burning-foot" szindróma	/10/
"B ₁₂ "	kobalamin	anémia perniciosa	/0,001/
"C"	aszcorbinsav	skorbut	75

// a napi szükséglet csak becsülhető

4.1. A gombák vitamintartalmának irodalmi áttekintése

Az utóbbi időben a gombák vitamintartalmának is egyre nagyobb jelentőséget tulajdonítanak. Számos vizsgálat igazolja, hogy a gombák vitamintartalma ingadozó ugyan, de mégis jelentős mind mennyiségében, mind féléiségében. Olyan vitamint is tartalmaznak, amely a zöltség- és gyümölcsfélékben egyáltalán nem fordul elő /D-vitamin/.

A viszonylag gyér irodalmi forrás szerint is a gombák jó vitaminforrások, ez különösen a B-vitamincsoportra értendő. Jelentős mennyiségben tartalmaznak tiamint, riboflavint, niacint, biotint, ezenkívül egyes fajok, illetve törzsek még aszkorbinsavat is /Giacomini, 1957/ /4. táblázat/.

4. táblázat

Néhány termesztett gombafaj vitamintartalma

/mg/100 g/

/Food and Agriculture Organization, 1972/

Faj	Thiamin "B ₁ "	Riboflavin "B ₂ "	Niacin /PP/ "B ₃ "	Aszkorbinsav "C"	Mások
Agaricus bisporus	1,1	5,0	55,7	81,9	A-, D-, E-vitamint nem tartalmaz
Lentinus edodes	7,8	4,9	54,9	0	-
Pleurotus ostreatus	4,8	4,7	108,7	0	-

A különböző fajok eléggé eltérő mennyiségben tartalmazzák a különböző vitaminokat, s mivel az irodalomból nem derül ki, hogy a kísérletet melyik fajtaival, milyen táptalajon, a gomba milyen fejlettségi stádiumában végezték, ezért célszerűnek tartottam megvizsgálni, hogy a jelenleg Magyarországon különböző alapanyagokon termesztett gombafajok, illetve fajták között van-e különbség.

Az A-vitamin viszonylag ritka, bár sok gombában a vitaminok provitaminja található. A D-vitamin jelenléte is változó, de szinte valamennyi faj tartalmaz ergoszte-relt, amely UV fény hatására D-vitaminná alakul /Ranschb-tem, 1953/.

Ezen, viszonylag régebbi irodalmi hivatkozásból csak néhány vitamin mennyiségére találunk adatokat. Meglepő, s ilyen adattal másutt is időnként találkozunk, hogy az *Agaricus bisporus* aszkorbinsavtartalmát 81,9 mg%-nak mérték. Ez, összevetve az 5. és 6. táblázat C-vitamin tartalmával, elképzelhetetlenül soknak tűnik. Igaz, mint később majd saját méréseim is igazolják, közel hasonló eredményeket az *Agaricus bisporus*-nál szintén mértem.

Az 5. táblázatban már jóval több információt kaphatunk a különböző gombafajok vitamintartalmáról. Az adatokból kitűnik, hogy igen nagyok az egyes vitaminok volumenének eltérései. A B₂ pl. tízszerese a shii-takénál az *Agaricus*-hoz képest, ugyanez áll a nikotinsavra is. Feltö-
dődik a kérdés, hogy nem mérési módszer miatti eltérésekről van-e szó.

A gombák vitamintartalmát néhány fontos élelmiszer vitamintartalmával is célszerű összehasonlítani /6. táblázat/. A táblázatból az is látható, hogy a gombákban olyan vitamin is található, amely a zölde- és gyümölcs-félékben egyáltalán nem fordul elő, ez a D-vitamin. Schupan /1948/ szerint a termesztett csiperkében 2,1¹/₄ g,

5. táblázat

Néhány vaden termő fa! fontosabb vitaminjainak
előfordulása

Vitamin	Boletus ¹ /vargánya/	Agaricus ¹ /csiperke/	Lentis- ² nus /shii-take/	Cantha- ¹ rellus
A	0	0	-	0
karotin	-	-	-	-
D / μ g/	8,3	4,2	4,1	8,3
E /mg/	0,63	0,83	-	0,06
K /mg/	-	0,01	-	-
B ₁ / μ g/	33,0	100,0	0,54	20,0
B ₂ /mg/	0,37	0,44	400,0	0,23
nikotinsav /mg/	4,7	6,2	450,0	6,5
pantoténsav /mg/	2,7	2,1	-	-
B ₆ /mg/	-	0,05	-	-
biotin / μ g/	-	16,0	-	-
folsav / μ g/	-	30,0	-	-
B ₁₂	-	-	-	-
C /mg/	2,5	5,0	0	6,0

¹ Bötticher /1974/

² Kress /1986/

- nem vizsgálták

6. táblázat

Néhány élelmiszer vitamintartalma

/Törley, 1979/

Élelmiszer 100 g-ban	Karotin mg	A g	B ₁ g	B ₂ g	Nikotin- sav mg	C mg	D g
Tej	0,03	20	40	150	0,2	2	0,5
Tejés	0,08	107	60	150	0,4	0	1,6
Saláta	1,0	0	60	100	0,5	20	0
Paradicsom	0,3	0	100	50	0,5	30	0
Paprika	ny.	-	-	-	0,2	100	0
Sárgarépa	7,0	0	60	100	1,5	2	0
Burgonya	0	0	100	100	1,0	15	0
Borsó	0	0	200	300	1,0	0	0
Alma	0	0	50	50	0,5	5	0
Körte	0	0	50	50	0,3	5	0
Vargánya	0	0	50	100	5,0	2	5
Csiperke	0	0	100	60	-	2	5

a szabadban termőben ugyanakkor 6,3 /4 g D-vitamin található 100 g tisztított termékben.

Az E-vitamin /tokoferol/ általában a növényi olajokban fordul elő. Biológiai szerepe nem teljesen egyértelműen tisztázott. Szerepe feltehetőleg abban áll, hogy a reaktív szabad gyökök "csapdájaként" szerepel, ezzel megvédi a szövetek többszörösen telítetlen zsírsavainak kettős kötéseit a molekuláris oxigén oxidáló hatásától /antioxidáns hatás/ /Elődi, 1981/.

4.2. A vitamintartalom meghatározása

Kísérleteink során csak azokat a vitaminokat határoztuk meg, amelyek az irodalmi hivatkozásokban ellentmondásosnak bizonyultak, illetve amelyeket kevésbé vizsgáltak eddig, és meghatározásukhoz műszerek és módszerek is rendelkezésünkre álltak.

Vizsgálatainkkal arra is kitértünk, hogy az eltérő táptalajok befolyásolják-e a vitamintartalom alakulását az eltérő fajknál, illetve fajtáknál. Erre azért is szükség volt, mert a tekintetben az irodalmi adatok sok esetben hiányosak. Sőt a Magyarországon használatos új táptalaj nemzetközileg még ismeretlen sok faj termesztésénél.

Ezek alapján vizsgáltuk a C-, D- és E-vitamin tartalmát. A C-vitamin általában a zöldeég- és gyümölcsfélékben általában, ezek a legelcsőbb C-vitamin források. Külföldi irodalom szerint a gombákban a C-vitamin tartalom elég jelentéktelen. Vizsgáltuk a D-vitamin tartalmát, amely a növényekben nem fordul elő, továbbá az E-vitamint, amelynek a szervezetre ható pontos szerepe még nem teljesen tisztázott.

4.2.1. Meghatározási módszerek

4.2.1.1. C-vitamin /aszcorbinsav/

A C-vitamin tartalom meghatározást a Spanyol által kidolgozott módszerrel végeztük /Szántóné, 1979/. Ennek lényege, hogy a vizsgálandó nyers gombamintához foszfor-sav jelenlétében - -dipiridil reagenet és vas III. kloridot adtunk. Az aszcorbinsav hatására a vas III. ion vas II. ionná redukálódik, ami a dipiridil reagenissal vörös színű komplexet ad, melynek színerőssége arányos az aszcorbinsav mennyiségével. A keletkezett komplex színét spektrofotométerrel 520 nm-en mértük. A számolás kalibrációs standard sor alapján történt.

4.2.1.2. D-vitamin

A vitamin meghatározása a Budapesti Műszaki Egyetem biokémia tanszéke által kidolgozott nagynyomású folyadék kromatográfiával történt. A vizsgálandó friss minta el nem szappanosítható részéből hexán-butanol eluenssel elválasztottuk a vitamint és a vitaminra jellemző UV abszorpció maximumának /281 nm/ megfelelő hullámhossznál detektáltuk, illetve standard vitaminoldat felhasználásával mennyiségileg határoztuk meg.

4.2.1.3. E-vitamin

Az E-vitamin meghatározása Benderferné Kraszner Éva - Dobos Irén E-vitaminok meghatározására kidolgozott módszerének általunk gombákra módosított változata szerint történt /Szántóné, 1979/.

A szárított vizsgálati anyagok elszappanosítása után az el nem szappanosítható részből vas III. ionok az E-vitamin hatására vas II. ionokká redukálódnak, s $\propto \alpha$

dipiridillel stabil vörös színű komplexet alkotnak. A komplex abszorpció maximumának megfelelő /520 nm/ hullámhosszon Spektromon 204-es spektrofotométeren mértük.

4.3. A vizsgélatok eredményei

7. táblázat

A C-vitamin tartalom alakulása eltérő táptalajon néhány termesztett faj esetében

Gombafaj, illetve fajta	Táptalaj	C-vitamin tartalom mg/100 g +	
		kalap	tönk
Agaricus bisporus /csiperkegomba/			
	D ₁₃ trágya komposzt szalma	24 42	10 24
	U ₁ szalma	22	10
/barne kalapú/	Pc ₂ szalma	44	20
Agaricus bitorquis /ízletes csiperke- gomba/	szalma	56	22
Pleurotus ostreatus /laskagomba/			
	L _{sz} farönk /szabadban/	26	12
	H ₇ szalma	18	12
Coprínus comatus /gyapjas tintagomba/	vadon termett	58	14
	szalma	54	12

* Az emberi szervezet átlagos napi szükséglete 50-70 mg

C-vitamin

A vizsgálatok alapján arra a megállapításra jutotunk, hogy a gombákban található C-vitamin mennyisége az egyes zöldség- és gyümölcsfélékhez képest is elég jelentős. Pl.: zöldpaprika 100 mg/100 g, kelkáposzta 60 mg/100 g ugyan, de a zöldségfélék zömében 20-30 mg/100 g az átlagos C-vitamin tartalom /lásd 6. táblázat/. Eredményeink a korábbi irodalmi vizsgálatokhoz viszonyítottnak jelentős C-vitamin tartalmat mutatnak. Ez elsősorban az eltérő termesztési körülményekkel, a különböző fajokkal, valamint az eltérő mérési módszerekkel magyarázható. Egyértelmű az is, hogy a szabadban termő gomba C-vitamin tartalma több a védett helyen termetténél a vizsgált *Ceprinus* és *Pleurotus* esetében is. Ez a tapasztalat a zöldségféléknél is általános, ugyanis a hajtított zöldség C-vitamin tartalma kevesebb a szabadban termőnél.

Érdekes, hogy a fajok közül a *Ceprinus comatus* C-vitamin tartalma a legnagyobb, megközelítően azonos vele az *Agaricus bitorquis*, és legkevesebb C-vitamin az *Agaricus bisporus*-ban található.

Különbség mutatható ki az egyes gombafajok kalapjának és tönkjének C-vitamin tartalma között is. Ezt mutatja a 8. táblázat. Mindkét fajta esetében a kalap C-vitamin tartalma megközelítően kétszerese a tönkének. Ugyanezek a következtetések vonhatók le a csiperkegomba fajok, illetve fajták C-vitamin tartalmát vizsgálva /9. táblázat/.

A laskagomba fajtákhoz hasonlóan a kalapban több mint kétszeres a C-vitamin, mint a tönkben. A fajták között nem mutatkozott szignifikáns különbség.

8. táblázat

Két laskegomba fajta C-vitamin tartalma
a kalapban és a tönkben

A termőtest részei	Fajta	C-vitamin tartalom mg/100 g
Kalap	H ₇	77
	G ₂₄	86
Tönk	H ₇	43
	G ₂₄	44
SZD _{5%}		2,968

9. táblázat

Különböző csiperkegomba fajok és fajták
C-vitamin tartalmának alakulása

A termőtest részei	Agaricus bisporus		Agaricus bitorquis
	Pe ₂	D ₁₃	
Kalap	43	42	55
Tönk	19	23	21
SZD _{5%}		13,68	

A *Cephrinus comatus* vitamintartalmát is megvizsgáltuk, s azt találtuk, hogy itt a legnagyobb a különbség a termőtest különböző részeiben, a kalap négyezer annyi C-vitamint tartalmazott, mint a tönk.

Az is kitűnik méréseink alapján a 7. táblázatból, hogy a trágyán, a farönkön és a vadon termett gomba vitamintartalma valamelyest magasabb, mint az új hőkezeléssel eljárással készített szalma táptalajon termesztett gombáké. A szalmán termesztett gombák közül a C-vitamin tartalom szempontjából az *Agaricus bitorquis* és a *Cephrinus comatus* a legjobb vitaminforrás. Egyértelmű az a megállapítás is, hogy minden vizsgált faj esetében a kalapban jelentősen több /kb. kétszerese/ C-vitamin található, mint a tönkben.

D-vitamin

A D₂-vitamin mérése azért fontos számunkra, mert mint már az előzőekben említettük, a zöltség- és gyümölcsfélékben egyáltalán nem található meg, míg a gombák olyan mennyiségben tartalmazzák ezt a vitamint - ezt vizsgálati eredményeink is alátámasztják -, hogy az elfogyasztott gomba lényegében bőven biztosítani tudja a szervezet számára szükséges napi mennyiséget /10 µg/ /Knoll, 1983/.

A közelmúltban látott napvilágot egy publikáció, miszerint a D-vitamin tartalom a gomba környezeti viszonyaival erősen változik /Eder, 1988/. Eder szerint, ha a termesztett gomba termőtestje fejlődése során elegendő fényhez jut, akkor D₂-vitamin tartalma lényegesen több, mint a kevés fényben, illetve teljes sötétben fejlődött termőtesteké.

Kísérleteink során a leszedett termőtesteket meghatározott időre napfény hatásának tettük ki és mértük a D-vitamin tartalmukat. Eredményeinket a 10. és 11. táblázat mutatja.

A vizegált gombaminták közül a napfény hatása nélkül a *Stropharia* sp. /Gelb fajta/ a legjobb D₂-vitamin forrás /10. táblázat/.

10. táblázat

A D-vitamin tartalom alakulása
néhány termesztett gombafaj termésében

Gombafaj, illetve fajta		D ₂ -vitamin tartalom μg/100 g	Ergoszterin- ⁺ tartalom μg/100 g
<i>Agaricus bitorquis</i>		nk	3.500
<i>Agaricus bisporus</i>	Pc ₂	nk	12.300
	D ₁₃	nk	3.200
<i>Stropharia</i> sp.	Gelb	4,5	5.500
<i>Pleurotus ostreatus</i>	H ₇	2,2	10.800

* Ergoszterin: a D₂-vitamin előanyaga, amely UV besugárzás hatására alakul D₂-vitaminná

nk Nem kimutatható /a kimutathatóság határa: 0,2 μg/

A napfényel végzett besugárzásos kísérletek során megállapítható, hogy azoknál a mintáknál, amelyekben eredetileg sem volt kimutatható a D₂-vitamin jelenléte, csak a provitamin, a besugárzás sem hozta meg a kívánt hatást, függetlenül a besugárzás időtartamától /11. táblázat/.

Azon mintákban, amelyekben eredetileg is jelen volt a D-vitamin, a besugárzás hatására az időtartamtól függően különböző mértékben emelkedett a vitamin mennyisé-

ge. 1 órai besugárzás hatására kb. háromszorosára növekedett a D₂-vitamin, kb. 2,5-szeresére az ergoszterin mennyisége, de már két órai kezelés az 1 óraihoz képest a felére csökkent mindkét hatóanyag mennyiségét.

11. táblázat

A D-vitamin tartalom alakulása
eltérő fényintenzitás hatására

Gombafaj, illetve fajta	Besugárzási idő	D ₂ -vitamin tartalom / μ g/100 g	Ergoszterin-tartalom / μ g/100 g
Agaricus bisporus /D ₁₂ /	-	nk	3.000
	1 óra	nk	3.400
	2 óra	nk	3.200
	3 óra	nk	2.800
Pleurotus ostreatus /H ₇ /	-	2,2	10.800
	1 óra	6,0	24.300
	2 óra	3,0	12.000
	3 óra	2,0	8.000

nk Nem kimutatható /a kimutathatóság határa: 0,2 / μ g/

E-vitamin

A vizsgált gombaminták E-vitamin tartalmáról a 12. táblázat ad tájékoztatást.

Az E-vitamint legnagyobb mennyiségben, a többi gombához képest kiemelkedően csak a Lentinus edodes és az Agaricus bisporus tartalmaz. Alig marad le mögöttük a Pleurotus ostreatus. Bár ezen kiemelkedő eredményeket a

hagyományos, a farönkön, illetve a fürészperon termett gombáknál tapasztaaltuk, mégis ezen fajok termesztését kell szorgalmaznunk, mivel ennek a három fajnak szalmán termett termőtestjei is közel hasonló mennyiségben tartalmazzák az E-vitamint.

12. táblázat

Az E-vitamin tartalom alakulása
néhány termesztett gombafaj termésében

Gombafaj, illetve fajta		Táptalaj	E-vitamin* tartalom mg/100 g
Agaricus bisporus	D ₁₃	trágya	1,960
	Pe ₂	szalma	0,625
Agaricus bitorquis		szalma	0,935
Pleurotus ostreatus	U ₁	szalma	0,5 alatt
	L _{sz}	farönk	1,875
	H ₇	szalma	1,500
Coprinus comatus		vaden	0,950
		szalma	0,625
Lentinus edodes		fürészper	2,125

* Napi szűkeedés mennyiség: 20 mg /Elődi, 1981/

Három szalmán termesztett csiperkegomba faj E-vitamin tartalmát hasonlítottuk össze. Az eredményeinket a 13. táblázat mutatja.

13. táblázat

Csiperkegomba fajták E-vitamin tartalma

Csiperkegomba fajta	E-vitamin tartalom mg/100 g
D ₁₃	1,957
Pe ₂	0,630
U ₁	0,500
SZD _{5%}	0,0034

A fajták közül a D₁₃ fajta tartalmazta a legtöbb E-vitamint.

Néhány faj E-vitamin tartalmát mutatja a 14. táblázat.

14. táblázat

Néhány gombafaj E-vitamin tartalma

Gombafaj	E-vitamin tartalom mg/100 g
Agaricus bisporus	1,957
Agaricus bitorquis	0,925
Pleurotus ostreatus	1,500
Coprinus comatus	0,628
SZD _{5%}	0,0137

Legnagyobb mennyiségben az Agaricus bisporus és a Pleurotus ostreatus tartalmazott E-vitamint.

4.4. Eredmények értékelése

A vizsgált gombafajok vitamintartalma fajonként, táptalajonként is eltérő.

A C-vitamin az eddigi irodalmi ismeretekről eltérően elég jelentős a vizsgált termesztett fajokban, a lényegében eléri a zöldségfélékben általában mérhető mértéket /paradicsom, hagyma stb./. A gombakalap különösen sok C-vitamint tartalmaz, az egyes fajok közül a legtöbbet a *Coprinus comatus* és az *Agaricus bitorquis*. A táptalajok a C-vitamin alakulásában lényegesen eltérést nem jelentenek. Ez azért is fontos, mert az újabban kialakított univerzális /hőkezelt, steril szalma/ táptalaj környezetkimélés, egészségügyi és gazdaságossági szempontból kedvezőbb a gombák termesztéséhez, mint a hagyományos trágya táptalajok.

A D-vitamint, illetve annak previtaminját a gombák közül a *Stropharia* tartalmazza nagyobb mennyiségben. A kész D-vitamin az *Agaricaceae*knál csak nyomekban fedezhető fel. A D-vitamin previtaminja, az ergosterin valamennyi gombában előfordul, különösen a barna tönkű *Agaricus* és a *Pleurotus ostreatus* /L_{sz} fajta/ tűnik ki jelentős ergosterin tartalmával.

Vizsgálatainkban a D-vitamin tartalom a fénnnyel történő besugárzás hatására az 1 óráos időtartam esetén 2-3-szorosára nő. Ez vonatkozik az ergosterinre is.

E-vitamint lényegében valamennyi vizsgált faj, illetve fajta - különböző táptalajon termesztve is - egyaránt tartalmaz. Különösen gazdag E-vitaminban a *Pleurotus*, de legtöbbet a *Lentinus edodes* tartalmaz.

Vizsgálataink egyértelműen bizonyították, hogy a termesztett gombák fogyasztása révén szervezetünk jelentős mértékben jut C-, D- és E-vitaminokhoz, a 100 g gomba elfogyasztásával ezekből a szervezet számára szükséges vitamint biztosítani lehet.

5. FEHÉRJÉK ÉS AMINOSAVAK

5.1. Irodalmi áttekintés

A fehérjék az emberi szervezet elsődleges energiaforrásaik közé tartoznak, az aminosavak pedig a fehérjék építőkövei.

Az aminosavak a növény- és állatvilágban szabad állapotban csak viszonylag kis mennyiségben fordulnak elő, fő tömegük a fehérjék felépítésében vesz részt. Biológiai jelentőségük elsősorban a szervezet fiziológiai anyagcsereforgalmában játszott alapvető fehérjeépítő szerepükben nyilvánul meg. Az emberi szervezetben az aminosavak három lényeges feladatot töltenek be:

- a/ a szervezet fehérjéinek építőkövei,
- b/ szükség szerint energiaforrások /glükoneogenezis útján glükózzá alakulhatnak/,
- c/ változatos funkciójú anyagok, mint hormonok, periférinek, koenzimek, alkaloidok stb.

Az emberi szervezet elsődleges energiaforrása a táplálékkal felvett fehérjék lebontásából származik. A fehérjéket felépítő aminosavaknak csak egy részét kell külső forrásból megszerezniünk /esszenciális aminosavak/, mások szervezetünkben szintetizálódnak /nem esszenciális aminosavak/ /Elődi, 1981/.

Az emberi szervezet esszenciális aminosav igényét a 15. táblázat tartalmazza.

Az aminosavak mellett, hogy fehérjék bioszintézise és katabolikus igények kielégítésére használandók fel, kis mennyiségben különféle egyéb célokra is szolgálnak. A

változó szerepek közül megemlíthető, hogy hormonok, neurotranszmitterek, alkaloidek, lokálisan jelentékeny fiziológiai hatást kifejtő anyagok /ún. szöveti hormonok/ és mások keletkeznek aminosavakból /15. táblázat/. A fiziológiásan aktív /bioaktív/ vegyületek egy részének keletkezésében közös, hogy a prekuzor aminosav dekarboxilálódik, amin /biogén amin/ keletkezik, ami vagy már ebben az alakban hatékony vagy a dekarboxilált terméknek hidroxilálódnia kell /pl. szerotonin/ /Elődi, 1981/.

15. táblázat

Az emberi szervezet minimális és optimális
aminosav igénye
/Elődi, 1981/

Esszenciális aminosavak	Aminosav igény, g/nap	
	minimum	optimum
Lizin	0,8	6,0
Triptofán	0,3	1,2
Fenilalanin	1,1	4,2
Metionin	1,1	3,6
Treonin	0,6	3,6
Leucin	1,1	5,4
Izoleucin	0,7	3,0
Valin	0,8	4,2

Az állati eredetű fehérjék /hús, tej, tojás/ kellő mennyiségben és megfelelő arányban tartalmazzák az esszenciális aminosavakat. Ezért ezeket komplett fehérjéknek nevezzük /17. táblázat/, míg a növényi eredetűek jó

Az aminosavak prekursor funkciói

/Elődi, 1981/

Név	Származék	Funkció
Arginin	putreszein	poliamin szintézis
Aszpartát	β -alanin	Co-A szintézis pirimidin szintézis
Cisztein	taurin	idegrendszer, aminosavak felépítése
Glutamát	γ -amino-butirát	neurotranszmisszió
Glicin	porfirinek	különböző
Hisztidin	hisztamin	szöveti hormon vasodilatátor
Lizin	konin	alkaloide metildoner
Szerin	etanol-amin	foszfolipidek komponense
Tirozin	epinefrin tiroxin melanin nerfin kodoin	hormon hormon pigmentanyag alkaloide alkaloide
Triptofán	triptamin szerotonin nikotinsav	szöveti hormon vazokonstriktor vitamin, NAD, NADP
Valin	pantoténsav penicillin	Co-A antibiotikum

része egyes aminosavakat a szükségesnél kisebb mennyiségben, vagyis nem megfelelő arányban tartalmazza.

17. táblázat

Egyes tápanyagok fehérjetartalmának alakulása

/100 g élelmiszerben/

Élelmiszerek	Fehérje %
Tojás ^{/1/}	13,0
Tehéntej	3,5
Marhahús	20,6
Halhús	16,0
Szója	41,5
Burgonya	2,5
Búzaliszt	14,0
Gomba ^{/2/}	
csiperke	5,9
laska	1,9
vargánya	5,7

/1/ Elődi, 1981

/2/ Törley, 1979

A gombákban előforduló fehérjének lényeges jellemzője, hogy fehérjéik összetétele inkább közelebb áll az állati, mint a növényi fehérjékhez. A legtöbb gomba minden olyan esszenciális aminosavat tartalmaz, amely az emberi szervezetnek feltétlenül szükséges. Néhány fontosabb ehető gombafaj aminosav összetételét a 18. táblázat mutatja.

18. táblázat

Agaricus, Lentinus és Pleurotus fajok
amínosav összetétele %-ban
/különböző szerzőktől/

Aminosav	Agaricus bisporus			Lentinus edodes		Pleuretus ostreatus	
Szerző:	/1/	/2/	/3/	/4/	/5/	/6/	/7/
Lizin	0,527	2,040	0,357	0,900	0,174	1,885	0,250
Metionin	0,126	0,105	0,071	0,270	0,087	0,502	0,090
Cisztein	0,071	0,090	0,080	0,390	-	-	0,029
Alanin	0,473	1,239	0,420	0,820	0,305	1,347	0,450
Arginin	0,446	0,969	0,268	0,790	0,348	2,149	0,306
Aszparaginsav	0,821	1,725	0,375	1,420	0,392	2,645	0,564
Glutaminsav	1,107	2,180	0,818	2,360	1,349	3,233	0,890
Glicin	0,366	0,846	0,250	0,650	0,218	0,736	0,273
Hisztidin	0,179	0,560	0	0,300	0,087	1,178	0,087
Leucin	0,580	1,223	0,348	2,210	0,348	2,387	0,390
Izoleucin	0,366	0,949	0,214	0,510	0,218	0,922	0,266
Fenilalanin	0,340	0,943	0,277	0,580	0,261	1,209	0,216
Prolin	0,366	1,182	0,250	-	0,218	3,641	0,269
Szerin	0,393	0,599	0,241	0,790	0,261	1,082	0,271
Treonin	0,366	0,810	0,250	0,760	0,261	1,240	0,264
Tirozin	0,286	0,466	0,089	0,450	0,174	1,580	0,184
Valin	0,420	1,610	0,304	0,630	0,261	1,268	0,309
Triptefan	0,143	-	-	0,220	-	-	0,061
Összesen:	17,536			14,050		27,004	

/1/ Food and Agricult. Org. /1970/

/2/ Bötticher /1974/

/3/ Keller és Kehrman /1975/

/4/ Ginterova /1978/

/5/ Sugimori /1971/

/6/ Surinrut /1987/

/7/ Kalberer és Künch /1974/

5.2. A kísérleti körülmények

Az irodalmi forrásokban általában nem tüntetik fel, hogy az aminosavtartalom mérését a gomba melyik fejlettségi állapotában végezték, illetve azt sem, hogy a fajon belül melyik fajtát vizsgálták, és egyáltalán nem esik szó a termesztési módokról sem. Ezért próbáltuk nyomon követni vizsgálatainkkal, van-e különbség a fajokon túlmenően a fajták között a termesztésmód hatásának, továbbá a termőtest korának az aminosavtartalom alakulására.

A vizsgált fajok és fajták

Fajok	Fajták, illetve törzsek
Agaricus bisporus /csiperkegomba/	U ₁ holland fajta D ₁₃ magyar fajta Pc ₂ magyar fajta
Agaricus bitorquis /ízletes csiperkegomba/	Kbt magyar fajta
Pleurotus ostreatus /laskagomba/	H ₇ magyar fajta
Coprinus comatus /gyapjas tintagomba/	magyar törze
Lentinus edodes /shi-take/	LEM külföldi törze

A termőtest különböző fejlődési stádiumai

- fiatal, szedésre még nem kész /kalapátmérő 1-2 cm/.
- szedésre érett /részleges burek a termőrétegen/.
- kinyílt /vizezintes, kinyílt kalap, barna epórák/.



10. ábra A termőtest fejlődési stádiumai

A termesztéshez használt táptalajok

- lótrágya komposzt /hagyományos módszer/.
- szalma /új hőkezeléses módszer/.

5.3. Az alkalmazott vizsgálati módszerek

5.3.1. Az emészthető nyersfehérje meghatározása

Emészthető nyersfehérje-tartalom: a vizsgált mintából sósavas pepszinnel 39 °C hőmérsékleten 48 óra alatt oldatba vitt rész nitrogéntartalmának 6,25-szorosa.

A meghatározás lényege

A vizegélandó mintát sósavas pepszinoldatban szuszpendáltuk és 39 °C hőmérsékletű termosztátba tettük 48 órára. A sósavas pepszinnel oldatba vitt fehérje mennyiségét a szuszpenzió szűrletéből Kjeldahl módszerrel határoztuk meg.

A meghatározás menete

A mintából Stohmann-lombikba bemérünk 1 mg pontossággal 2 g-ot, 0,83 g pepszint és 39 °C hőmérsékletű 0,075 móles sósavoldatban szuszpendáljuk, majd 48 órára 39 °C-on termosztáljuk. Kivéve a termosztátból hozzáadunk 15 cm³ 25 %-os sósavoldatot, majd lehűtjük 20 °C-ra és desztillált vízzel felig töltjük, összerázzuk és szűrjük. A szűrletet Kjeldahl-lombikba töltjük, és 1-2 csepp habzásgátló és néhány szem üveggyöngy hozzáadása után kb. 60 cm³-re bepároljuk, majd a szokásos módon elvégezzük a Kjeldahl roncsolást /MSZ 6830/5-87/.

A számítás menete

Az emészthető nyersfehérje-tartalmat /Ny_e/ tömegszázalékban a következő képlettel számítottuk ki:

$$\begin{aligned} \text{Ny}_e &= /S \cdot f_0 - L \cdot f_1/ \cdot 0,0028016 \cdot 6,25 \cdot 100 = \\ &= /S \cdot f_0 - L \cdot f_1/ \cdot 1,751 \end{aligned}$$

ahol:

S = a szedőlombikba tett 0,1 móles kénsav mérőoldat térfogata, cm³,

f₀ = a 0,1 móles kénsav mérőoldat faktora,

L = a titráláskor fogyott 0,2 móles nátrium-hidroxid-mérőoldat térfogata, cm³.

f_1 = a 0,2 mólos nátrium-hidroxid-mérőoldat faktora,
0,0028016 = az 1 cm³ 0,1 mólos kénsv mérőoldatnak megfelelő nitrogén tömege, g,

6,25 = az 1 g nitrogénnek megfelelő fehérje tömege, g.

5.3.2. Az aminosavtartalom meghatározása

A minta előkészítése

Az 55-60 °C-os levegőn szárított mintát lisztfinomságúra őröltük, majd petroléteres extrahálással zsírtalanítottuk. A fehérjetartalomtól függően 100-500 mg-et mértünk be ampullákba, és 20 ml 6 N HCl-t adtunk hozzá. Az ampullákat leforrasztottuk és 24 órán át 105 °C-on hidrolizáltuk. A hidrolizátumot 1:1 arányú alkohol-aceton keverékkel mostuk át a bepárló lombikba. 60 °C-on vacuum bepárlóban olajosra pároltuk, majd 2,2 pH-jú Na-citrát pufferben feloldottuk, szűrtük és 25 ml-es mérőlombikba mostuk be. A szűrletből 30 l-t vittünk fel az ioncserélő gyantára.

Műszeres analízis

A vizsgált minták aminosavtartalmának meghatározása Aminochrom II. automatikus aminosavanalizátor készülékkel történt.

A program fehérjehidrolizátum esetében:

Puffereszállítás	20 cm ³ /h
Puffer + ninhidrin szállítás	30 cm ³ /h
Nyomás - puffer	4,5-5,5 MPa
Nyomás - ninhidrin	1,0-1,5 MPa
Extinkció tartomány	E = 0-1,0

Oszlophőmérsékletek	$T_1 = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$
	$T_2 = 65\text{ }^{\circ}\text{C}$
	$T_3 = 75\text{ }^{\circ}\text{C}$
Felvitt mintamennyiség	30 l
Detektálási hullámhossz	440 nm, 570 nm
Alkalmazott pufferek	Picopuffer II. A, B, C

Futtatás

10 perc	A puffer	T_1
10 perc	A puffer	T_2
25 perc	B puffer	T_2
30 perc	C puffer	T_3
20 perc	0,25 N NaOH	T_1
45 perc	A puffer	T_1

Összesen: 2 óra 15 perc

Vegyszerek

Aminosav standard	REANAL
Picopuffer	Pierce Chemical Company
Metilcellulózok	LOBA

A azánítás menete

Az egy csúcs által bezárt terület, azaz a csúcsnak megfelelő aminosav koncentráció kiszámítására a magasság x félszélesség módszerét alkalmaztuk.

Aminosav standard keverék koncentrációja: 1,25 mol/ml

Hígítás: x g bemérés /25 ml-re feltöltve/

$$\frac{\frac{h \cdot w}{H \cdot W} \cdot 1,25 \times 25 \times M_s}{10^6 \cdot \text{benérés}} \cdot 100 = \text{amínosav \%}$$

ahol:

$H \cdot W$ = standard terület

$h \cdot w$ = minta terület

5.4. Vizsgálati eredmények

Nyersfehérje és aminosav vizsgálataink eredményeit a 19-21. táblázatok és a 11. ábra foglalják össze.

A különböző alapanyagon termesztett csiperkegomba aminosav összetételében adódó különbségeket a 19. táblázatból láthatjuk. A szalma termesztett Agaricus 8-szer több metionint, 2-szer több ciszteint és 90 %-kal több hisztidint tartalmaz, mint a trágya komposztan a hagyományos módszerrel termesztett. Ez azért előnyös, mert a metionin fontos májvédő szerepet tölt be az emberi szervezetben, a cisztein pedig diszulfid-hídjai révén a peptidláncok összekapcsolása révén fontos szerepet játszik a fehérjék másod- és harmadlagos szerkezetének kialakulásában.

A lizin, prolin kivételével a mért aminosavak mennyisége a szalma táptalajon kisebb vagy nagyobb mértékben több, mint a hagyományos táptalajon. Ha figyelembe vesszük, hogy a szalma táptalaj előállításának költségei mintegy 30 %-kal kisebbek, mint a hagyományos komposzté, akkor az aminosavtartalom alakulása szempontjából az új termesztési eljárás jóval értékesebb.

A 20. táblázat a különböző fejlődési fázisokban mért aminosavtartalomban jelentkező eltéréseket szemlélteti. Az adatokból kitűnik, hogy a cisztein mind a két fajnál,

19. táblázat

Különböző alapanyagon termesztett
Agaricus bisporus aminosav és fehérje
összetételének alakulása
/szárazanyag %-ában/

Az aminosav megnevezése	Hagyományos komposztan termesztett D ₁₃ fajta	Új eljárással szalmán termesztett D ₁₃ fajta
Lizin	1,65	1,41
Metionin	0,41	3,37
Cisztein	0,13	0,33
Alanin	1,41	1,71
Arginin	1,12	1,20
Aszparaginsav	1,85	1,92
Glutaminsav	3,53	4,28
Glicin	0,91	1,02
Hisztidin	0,48	0,66
Leucin	1,35	1,46
Izoleucin	0,87	1,08
Fenilalanin	1,01	0,99
Prolin	1,20	0,93
Szerin	1,09	1,21
Treonin	1,06	1,18
Tirozin	0,63	0,68
Valin	1,16	1,11
Összesen:	19,76	24,54
Nyersfehérje:	19	24

Csiperkegomba fafoltok és feltétek aminosav összetétele
és fehérletartalma a gomba különböző fejlődési fázisaiban
/szárazanyag %-ában/

Aminosav megnevezése	Agaricus bisporus /D ₁₃ /			Agaricus bisporus /U ₁ /			Agaricus bisporus /Pc ₂ /			Agaricus biterquis		
	fia- tal	sze- dőre érett	ki- nyílt	fia- tal	sze- dőre érett	ki- nyílt	fia- tal	sze- dőre érett	ki- nyílt	fia- tal	sze- dőre érett	ki- nyílt
Lizin	1,90	1,41	1,82	1,21	1,36	1,17	1,45	1,60	1,35	0,60	0,78	0,89
Metionin	3,36	3,37	4,66	3,12	3,08	3,22	3,10	3,19	4,22	2,65	2,96	4,04
Cisztein	0,30	0,33	0,49	0,21	0,23	0,36	0,21	0,26	0,31	0,13	0,14	0,15
Alanin	1,73	1,71	2,00	1,11	1,29	1,12	1,14	1,27	1,38	0,80	0,86	0,78
Arginin	1,18	1,20	1,31	0,76	0,98	0,69	0,98	1,17	1,07	0,70	0,78	0,70
Aszparaginsav	1,92	1,92	1,99	1,24	1,51	1,14	1,25	1,71	1,68	1,22	1,42	1,36
Glutaminsav	4,06	4,28	4,81	2,36	2,84	2,30	2,50	3,22	3,34	3,00	3,21	2,34
Glicin	0,98	1,02	1,16	0,69	0,78	0,66	0,70	0,87	0,86	0,71	0,71	0,75
Hisztidin	0,74	0,86	0,79	0,43	0,50	0,40	0,53	0,73	0,55	0,28	0,30	0,33
Leucin	1,55	1,46	1,64	1,00	1,12	1,03	1,20	1,32	1,21	0,88	0,88	0,87
Izoleucin	1,08	1,08	1,16	0,76	0,88	0,72	0,78	0,96	0,90	0,58	0,55	0,55
Fenilalanin	1,08	0,99	1,16	0,82	0,92	0,78	0,86	1,08	0,94	0,80	0,73	0,83
Prolin	1,01	0,93	1,16	0,66	0,75	0,55	0,80	0,97	0,84	0,80	0,76	0,64
Szerin	1,17	1,21	1,24	0,87	0,94	0,85	1,00	1,07	1,07	0,58	0,54	0,51
Treonin	1,17	1,18	1,18	0,85	1,01	0,86	1,01	1,21	1,07	0,78	0,83	0,80
Tirozin	0,70	0,68	0,76	0,51	0,58	0,77	0,60	0,65	0,62	0,43	0,44	0,44
Valin	1,24	1,11	1,28	0,90	0,99	0,84	1,03	1,13	0,99	0,65	0,73	0,72
Összesen:	25,07	24,54	28,60	17,50	19,76	17,34	19,13	22,41	22,29	15,59	16,58	16,69
Nyerefehérje:	25	24	30	19	20	17	19	23	22	17	17	14

21. táblázat

Vadon termelt és szalmán termesztett gombafajok
aminosav- és nyersfehérje-tartalmának összehasonlítása
/szárazanyag %-ában/

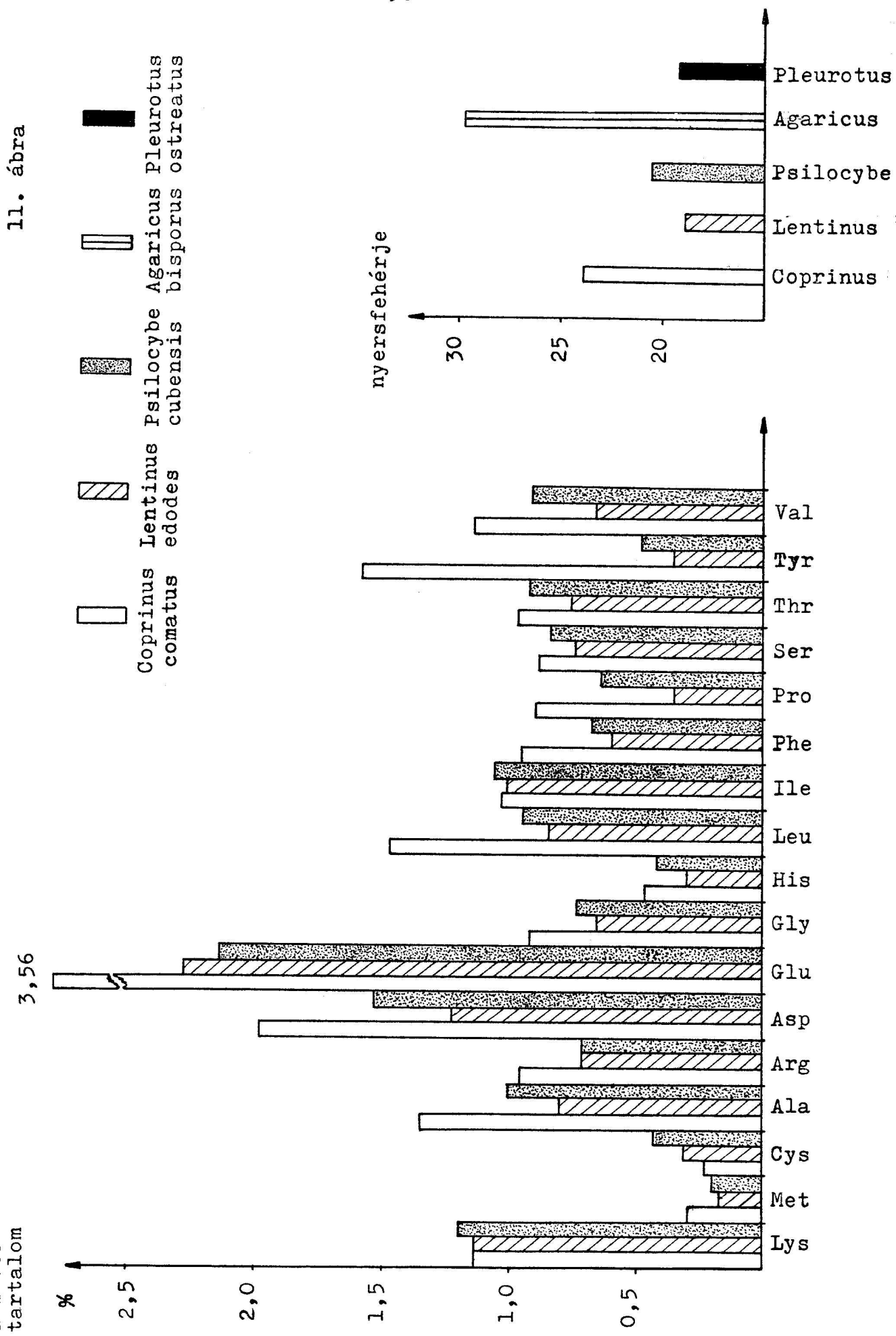
Aminosav megnevezése	Coprínus sp.		Pleurotus sp.	
	termesz- tett	vadon termelt	termesz- tett	vadon termelt
Lizin	1,16	1,19	1,10	1,05
Metionin	0,31	0,28	0,28	0,26
Cisztein	0,28	0,38	0,14	0,36
Alanin	1,36	0,87	1,01	0,92
Arginin	0,97	0,86	0,90	1,10
Aszparaginsav	2,00	1,44	1,58	1,46
Glutaminsav	3,56	2,54	3,82	3,02
Glicin	0,93	1,03	0,80	0,66
Hisztidin	0,52	0,34	0,49	0,36
Leucin	1,49	0,96	1,20	1,08
Izoleucin	1,10	1,64	0,82	1,86
Fenilalanin	0,99	0,72	0,87	0,84
Prolin	0,91	0,69	0,71	0,67
Szerin	0,88	0,73	0,88	0,84
Treonin	0,99	0,83	0,84	0,84
Tirozin	1,54	0,96	0,66	0,59
Valin	1,17	0,88	0,99	0,90
Összesen:	20,16	16,34	17,09	16,81
Nyersfehérje:	24,50	21,80	25,00	22,00

22. táblázat

Különböző gombafajok aminosavtartalma
/szárazanyag %-ában/

Aminosav megnevezése	Lentinus edodes	Psilocybe cubensis
Lizin	1,16	1,25
Metionin	0,17	0,19
Cisztin	0,31	0,45
Alanin	0,82	1,06
Arginin	0,76	0,76
Aszparaginsav	1,21	1,53
Glutaminsav	2,30	2,13
Glicin	0,68	0,75
Hisztidin	0,30	0,42
Leucin	0,87	0,94
Izoleucin	1,11	1,17
Fenilalanin	0,62	0,70
Prolin	0,36	0,63
Szerin	0,77	0,84
Treonin	0,79	0,94
Tirozin	0,36	0,47
Valin	0,68	0,91
Összesen:	13,27	15,13
Nyerefehérje:	19,20	22,10

11. ábra



illetve fajtánál 20-40 % közötti növekedést mutat az öregedés hatására. A többi aminosav esetén nem figyelhető meg ilyen tendencia.

Leucinból a D_{13} fajta tartalmaz legtöbbször, az *Agaricus bitorquis*hoz képest majdnem 100 %-kal, de az U_1 fajtánál is 30-60 %-kal többet. A D_{13} fajta alaninból, aszparaginsavból és argininből 10-30 %-kal tartalmazott többet mind a három fajtánál.

Összegezve, a vizsgált minták közül az *Agaricus bitorquis* tartalmazza a legkevesebb aminosavat mind az egyes aminosavakra, mind az összes aminosavtartalomra nézve. Így az *Agaricus bitorquis* termesztése az aminosavtartalom alakulása miatt kevésbé előnyös. Igaz, ezt a gombát a nyári hónapokban lehet termesztetni, amikor az értékesebb *Agaricus* sp. fajták a mi körülményeink között nemigen termesztethetők.

Végeredményben a mérések elég egyértelműen bizonyítják, hogy a különböző fejlettségű termésekben mérhető aminosav mennyiségében lényeges eltérés nincs. A várákozással ellentétben az aminosavtartalom a termőtest korával inkább kismértékben növekszik. Tehát tápérték vonatkozásában a termőtest előregedése nem jelent tápérték csökkenést.

A 11. ábra több gombafaj [*Agaricus bisporus*, *Coprinus comatus*, *Lentinus edodes*, *Pleurotus ostreatus*, *Pisilocybe cubensis*] aminosavtartalmának különbségeit szemlélteti.

A diagramról leolvasható, hogy az egyes aminosavakat figyelembe véve az *Agaricus bisporus* és a *Coprinus comatus* tartalmazza a legtöbbet, így ez a két gombafaj a legalkalmasabb étkezési szempontból a fehérjeigény kielégítésére, illetve gyógyászati szempontból súlyos égés esetén aminosav pótlásra.

Kísérleteink alapján az előzőekben említett két gombafajt javasoljuk termesztésre, illetve a termesztés mennyiségének fokozását mind táplálkozási, mind gyógyászati szempontból.

A 21. táblázat adataiból azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a vadon termett gombák lényegesen kisebb mennyiségben tartalmazzák az egyes aminosavakat, illetve a nyersfehérje-tartalmuk is mintegy 2-20 %-kal kisebb, így ismét csak azt kell hangsúlyoznunk, hogy a termesztett gombák fogyasztása előnyösebb, ez azonban nemcsak beltartalmi értékeinek figyelembevételre, hanem az egyre növekvő környezetszennyeződés miatt is fontos, hiszen a szabadban gyűjtött termékek fejlődésük során több, az egészségre is káros anyagot halmoznak fel /pl. nehézfémeket/; ezekről a Toxikus anyagok című fejezetben szólnunk.

5.5. Eredmények értékelése

Az aminosav-, illetve fehérjetartalom alakulása a kitűzött hármas célnek megfelelően az alábbiakban foglalható össze.

a/ A termesztésben alkalmazott táptalajnak a csiperke fajok, illetve fajták esetében az aminosav- és fehérjetartalom alakulására nagyon nagy befolyása van.

A fajok között egyértelműen megállapítható, hogy az *Agaricus bitorquis* aminosavtartalom tekintetében messze lemarad az *Agaricus bisporus* mellett, bármilyen táptalajon is termesztjük azt. Táplálkozási értéke tehát nagyon gyenge. A táptalajok közül a csiperketermesztéshez hazánkban először alkalmazott szalma táptalaj lényegesen előnyösebb az aminosavtartalom alakulására, mint a hagyományos trágya komposzt. Ez egyértelműen segítheti a szalma komposzt terjedését.

- b/ A termőtestek korának változása az aminosavtartalom alakulásában jelentős eltérést nem hoz. A felnyitott, tehát már nem első osztályú termésekben egyes aminosavak valamelyest nagyobb mennyiségben fordulnak elő, tehát a gomba táplálkozási értékét nem csökkentik.
- c/ A vadon termett vagy szabadban termesztett gombában a védett körülmények között termesztettel szemben az aminosavtartalom 2-20 %-kal alacsonyabb. Ez viszont azt jelenti, hogy a termesztéssel nyert gomba általában élelmezési szempontból értékeesebb.

5.6. Különböző gombafajok triptofántartalmának alakulása

A triptofán egy gyűrűs szerkezetű esszenciális aminosav, amellyel a szakirodalom az utóbbi időben egyre többet foglalkozik. Az NSZK-ban már gyógyszerként is alkalmazzák kapszula formájában, amely tisztán csak

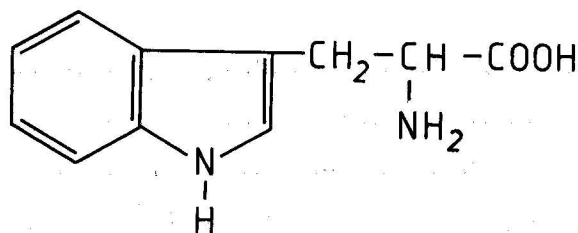
-triptofánt tartalmaz, Japánban pedig egész fermentáló üzem állít elő triptofánt. Ebből is látható, hogy egyre nő az érdeklődés az után a természetes aminosav után, amelynek felhasználási lehetőségei igen széles skálán mozognak. Elsősorban a triptofán gyógyászati jelentősége miatt döntöttem úgy, hogy az aminosavak fejezetben egy különálló részben számolok be a triptofán vizsgálatokról, ezzel is felhívva a figyelmet arra, hogy milyen fontos szerepet tölt be ez az aminosav a mai gyógyszerkutatásban. Másodsorban az aminosavtartalom meghatározása című részben /5.3.2. fejezet/ leírt mintaelőkészítés során a triptofán elbomlik, ezért ezzel a módszerrel automatikus aminosav analízissel nem mérhető, így más módszerrel kellett meghatároznunk az egyes gombaminták triptofántartalmát.

5.6.1. Irodalmi áttekintés

A triptofán 3-indolil -alanin a fehérjealkotó aminosavak fontos tagja, ún. esszenciális aminosav. Az aromás aminosavak csoportjába tartozik, s mint ilyen, számos alkaloid és szerotonin biogenezisének kiinduló alapja. Ugyancsak prekuzorként tartották nyilván az indolecetsav /heteroauxin/ szintézisében /Biológiai Lexikon, 1975/.

12. ábra

Triptofán



Ebből az aminosavból szintetizálja a szervezet a szerotonint, amely kémiailag 5-hidroxi-triptamin. A vérlemezék, az agy, továbbá a rosszindulatú daganatok is tartalmazzák. Feltételezik, hogy az agy normális működéséhez szükség van bizonyos szerotonin koncentrációra. Szakirodalmi adatok szerint a szerotonin közvetlen antagonistája a lizergsav-dietyl-anid /LSD/, amely erős izgatottsággal járó pszichózisokat, hallucinációkat okoz. Ebből következik, hogy a szerotonin az agysejtek működését inkább gátolja, mint serkenti. /Ezért tételezik fel, hogy az alvás folyamatában szerepet játszhat./

Egy 1985 júniusában Neu Ulmban tartott szakmai tanácskozáson foglalkoztak a triptofánnak altatószerként való alkalmazásával /Therapie Woche, 1985/. Maga a gondolat már jó néhány éve tanulmányokban megjelent, de ez

a konferencia volt az első alkalom, hogy a vegyület hasznosításával foglalkoztak.

Az alvászavarok kezelésében tehát igéretes lehetőség bukkant fel, hiszen az \angle -triptofán egy természetes anyag.

Mivel ez az aminosav - mint a szerotonin elővegyülete - más fontos szerkezeti szabályzó mechanizmusokban is kulcsfontosságú, az említett konferencián megvitatták a depresszió, illetve a depresszióval többnyire kapcsolatba hozható alvászavarok kezelésében való felhasználhatóságot. Foglalkoztak azzal is, hogy a Parkinson-kór egyes eseteiben, illetőleg a fájdalomcsillapításban, elsősorban a migrános eredetű panaszok tüneti kezelésében lehetne eredményesen alkalmazni. Az elmélet szerint, mivel idősebb korban a szerotonin-receptorok érzékenysége megnövekszik, különösen az időskori depresszióban fűzhető nagy remény az \angle -triptofán adagolásához.

A Graz-i pszichiátriai és neurológiai klinikán parenterálisan adagolták napi 5 g-os mennyiségben. Az esetek 80 %-ában a kezelt személyek alvászavarai jelentősen csökkentek.

A triptofán mellett a legfőbb érv, hogy természetes vegyület, olyan anyag, amely - eddigi megfigyelések szerint - hosszabb távon, huzamosabb ideig adagolva sem jelent veszélyt az ember számára, a hagyományos altatószerekkel szemben.

Beszámoltak arról is, hogy nagy adag \angle -triptofán infúzióval alkoholos deliriumban lévő betegeket ugyancsak jó eredménnyel kezelték.

Uhl /1987/ egy svájci szaklapban közölte azt a felfedezést, hogy sikerült egy deltaalvást /mély alvást/ kiváltó fehérjét izolálni /neve: DSIP-delta-sleep inducing peptide/ /Therapie Woche, 1985/. Szerkezetét vizsgálva kiderült, hogy egy 9 aminosavat tartalmazó peptid-

lancról van szó, amely triptofánt is tartalmaz
/Typ-Ala-Gly-Gly-Asp-Ala-Gly-Glu/.

Japánban fermentációval állítanak elő lizint és
triptofánt évi 6.000 tonna mennyiségben.

A gombák triptofántartalmáról igen eltérő adatokat
közölnek. Ezt a megállapítást igazolja a 23. táblázat.

Seelkopf 1957-ben közölt adatai szerint többféle
élelmiszer triptofántartalmát összehasonlítva a csiper-
kegomba tartalmaz a legtöbbet /24. táblázat/.

Dolgozatomban egyrészt a már említett, igen ellent-
mondásos mennyiségi adatok, valamint a triptofán iránt
egyre növekvő érdeklődés miatt vizsgáltam különböző gombafajokat, valamint azt, hogy az eltérő termesztési mód-
szer befolyásolja-e a gomba triptofántartalmát.

23. táblázat

Különböző gombafajok triptofántartalma %-ban,
szárazanyagra vonatkoztatva

Gombafaj	Triptofán mennyisége %-ban	Szerző
Agaricus sp. /Champignon/	3,0	Seelkopf /1957/
Boletus edesus	1,46	Bötticher /1974/
Agaricus sp. /Champignon/	0,07	Seuci et al. /1962-1969/
Pleurotus sp. /White/	0,3	Olah /1981/
Agaricus sp. /Champignon/	0,6	Larousse /1987/

Élelmiszerek és különböző gombák
triptofántartalma %-ban
/Seelkopf, 1967/

Megnevezés	Triptofán mennyisége %-ban
Vargánya	7,4
Csiperkegomba	11,8
Szarvasgomba	0,3
Tojás	1,5
Hús	1,2
Burgonya	0,8

5.6.2. A triptofántartalom meghatározása

Az 55 °C-on szárított gombamintákat daráljuk, majd 1 g-et 10 ml 4N NaOH-ban 105 °C-on 24 órát állni hagyjuk. Ezután lecentrifugáljuk az oldatot /5 percig 4000 l/sec/, majd a felülúszó részből adunk a reagens oldatokhoz.

Reagens oldatok:

1. oldat: 0,5 %-os p-DAB /para-dimetil-amino-benzaldehid/
cc. HCl-ben,
2. oldat: 0,1 %-os NaNO_2 /frissen készítve/.
3. oldat: vízmentes etanol.

A fentiekben leírt módon előkészített mintaoldatok 0,25 ml-es részletéhez az 1. oldatból 3 ml-t, majd 10 perc múlva 0,25 ml-t a 2. oldatból, a ismét 10 perces várakozás után a 3. oldatból 3 ml-t adunk. Az így kapott világoskék színű oldat színintenzitását 2 percen belül Spektromon 202 típusú spektrofotométerrel 620 nm-en mérjük /Sevella, 1982/.

A kapott extinkciós értékek alapján a már előre elkészített kalibrációs görbéről leolvastuk a gombaminta triptofán mennyiségét. Eredményeinket a 25. táblázat tartalmazza.

5.6.3. Vizsgálati eredmények és értékelésük

25. táblázat

A triptofántartalom alakulása
különböző gombafajokban

Gomba száma és neve	Triptofántartalom %-ban /szárazanyagra vonatkoztatva/			
	I.	II.	III.	Átlag
7. <i>Coprinus comatus</i> /szabadban gyűjtött/	0,084	-	-	0,084
44. <i>Coprinus</i> /szalmán/	0,184	0,145	0,164	0,161
3. <i>Coprinus</i> /100 °C-en hőkezelve szalmán/	0,176	0,138	0,158	0,157
36. <i>Pleurotus</i> /H ₇ /	0,150	0,185	0,210	0,182
34. <i>Pleurotus</i> /G ₂₄ /	0,112	0,139	0,128	0,126
14. <i>Agaricus bisporus</i> /Pc ₂ /	0,120	0,180	0,185	0,162
39. <i>Agaricus bisporus</i> /D ₁₃ / /trágyán/	0,220	0,220	0,230	0,223
11. <i>Agaricus bisporus</i> /D ₁₃ /	0,128	-	0,115	0,122
32. <i>Agaricus bisporus</i> /U ₁ /	0,080	0,088	0,090	0,086
57. <i>Agaricus bitorquis</i>	0,140	0,185	0,180	0,168
42. <i>Lentinus edodes</i>	0,090	0,120	0,132	0,114
41. <i>Psilocybe cubensis</i>	0,370	-	-	0,370

I., II., III. - párhuzamos mérések adatai

26. táblázat

Különböző táptalajon termesztett
Coprinus comatus triptofántartalma

Táptalaj	Triptofán- tartalom %-ban
Vadon gyűjtött	0,083
100 °C-on kezelt szalmán termesztett	0,181
Anaerob módon előállított táptalajon termesztett	0,157
SZD _{5%}	0,025

A különböző táptalajon termesztett és a vadon begyűjtött *Coprinus comatus* triptofántartalma között szignifikáns különbség van, a vadon begyűjtötthöz képest kb. kétszeres.

Összehasonlítottuk a trágyán, illetve szalmán termesztett csiperkegomba / D_{13} / triptofántartalmát is. A trágyán termesztett fajta szignifikánsan több triptofánt tartalmazott, közel kétszeres mennyiséget.

A 27. táblázatból látható, hogy azonos táptalajon /szalmán/ termesztett gombafajták közül a Pc_2 tartalmazza a legtöbb triptofánt, szignifikánsan meghaladva a D_{13} és U_1 fajta tartalmát.

27. táblázat

Szalán termesztett csiperkegomba fajták
triptofántartalma

Csiperke fajta	Triptofán- tartalom %-ban
Pc ₂	0,181
D ₁₃	0,121
U ₁	0,086
SZD 5%	0,05

28. táblázat

A triptofántartalom alakulása
különböző gombafajokban

Gombafajok neve	Triptofán- tartalom %-ban
Coprinus comatus	0,157
Pleurotus sp., H ₇	0,182
Agaricus bisporus, D ₁₃	0,121
Agaricus bitorquis	0,181
Lentinus edodes	0,114
SZD 5%	0,039

A legtöbb triptofánt a H_7 és az *Agaricus bitorquis* tartalmazott, szignifikánsan többet, mint a *Lentinus* és a D_{13} fajta.

A táblázatok alapján az alábbi következtetések vonhatók le:

1. A különböző gombafajok közül a *Pelleocybe cubensis* rendelkezik a legtöbb triptofánnal, míg a trágyán termett csiperke és a szalmán termett laskagomba H_7 következik a sorban.

A legjelentéktelenebb mennyiségben a szabadban gyűjtött vad *Coprinus comatus* tartalmaz triptofánt.

2. Amikor az egyes fajtákat hasonlítottuk össze, akkor azt tapasztaltuk, hogy az *Agaricus*ok között a trágyán termett /ami a fajok között is az első között van/, a *Pleurotus*ok között a H_7 -es /szalmán termesztett/, míg a *Coprinus*ok között szintén a szalmán termesztett fajta tartalmazza a legtöbb triptofánt.

3. Ha a különböző termesztési módszerek szerint vetettük össze a kísérletek során kapott triptofán értékeket, akkor azt állapíthatjuk meg, hogy az egyes fajokon belül az új hőkezelés módszerével előállított táptalajon fejlődött gombák triptofántartalma a legnagyobb mennyiségek között található. Így ez az új, olcsó és környezeti ártalmaktól mentes termesztési módszer a gombák beltartalmi értékeinek alakulására is kedvező hatással van.

Végül is az irodalmi hivatkozásokkal ellentétben a vizsgált gombafajok triptofántartalma kisebbnek adódott, de további kísérletekkel olyan fajták előállítását lehetne megoldani, amelyek jelentős triptofánforrásként jöhetnek számításba, s ezáltal gyógyászati felhasználásuk lehetségessé válna.

6. ÁSVÁNYI ÉS TOXIKUS ANYAGOK /nehézfémek, nitrátok/

6.1. Ásványi anyagok

A gombák táplálkozásunkban betöltött fokozódó szerepe miatt fontos az étkezési gombák tápanyagösszetételének vizsgálata mellett az ásványi anyagok minőségi és mennyiségi tanulmányozása is.

Az ásványi anyagok a szervezetnek mintegy 4-5 %-át teszik ki. Azokat az elemeket, amelyek a testtömeg 0,005 %-ánál nagyobb mennyiségben vannak jelen, makroelemeknek, a kisebb mennyiségben jelenlévőket mikroelemeknek nevezik. Ezek az ún. életfontosságú folyamatokban szerepet játszó elemek /Bíró - Lindner, 1988/. Túlnyomó többségüknek tisztázott a biológiai szerepe, mintegy húsznak a funkciója még nem pontosan ismert. Egyes mikroelemeknek a hormonok és enzimek működésében bizonyosan, az idegműködésben valószínűleg fontos szerepük van.

A Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^- , PO_4^{3-} , CO_3^{2-} ionok, mint elektrolitok és ozmotikus szabályozók játszanak szerepet. Egyes fémek /vas, réz, cink, mangán, magnézium és kobalt/ az egyes enzimek működése szempontjából nélkülözhetetlenek. A kalcium, magnézium, foszfor és a szilícium fontos vázképzők. Végül egyes mikroelemeknek egészen speciális szerepük van /pl. a réz a haemoglobín-képzésben szerepet játszó enzim alkotórésze/ /Bálint, 1972/.

Az ásványi anyagok nagyobb hiánya - a vitaminellátáshoz hasonlóan - csak extrém esetekben fordul elő, azonban az utóbbi években napvilágot látott publikációk szerint a több generáción keresztül fogyasztott hiányos étrendnek már a magzati életben bekövetkező és később már nem kor-

rigálható, főleg az idegrendszert és az érrendszert károsító hatása van /Lindnerné et al., 1978/.

Az elmondottak alapján szükségesnek látszott, hogy a legismertebb gombafajok és fajták elenzése alapján tájékoztatást adjunk a termesztett és vadon termő gombák makro- és mikroelemtartalmáról és összevessük a szűkös irodalmi adatokkal egyrészt termesztési, másrészt táplálkozási és környezetvédelmi szempontból.

29. táblázat

Nyomelemek napi fogyasztására javasolt mennyiségek

/Lindnerné, Gergely, 1978/

	Cu	Zn	Cr	Mn	Fe	Co
	milligramm					
FAO/WHO	2-3	12-15	-	-	5-18	-
USA	2-3	10-15	-	-	10-18	-
Szovjetunió	2	10	2-2,5	4-5	10	0,1-0,2
NDK	2-5	3-6	0,05	2-3	10-15	0,50
Hazai fogyasztás	0,86	9,2	0,1	1,0	6,8	0,1

30. táblázat

Ajánlott napi makro- és mikroelem bevitel

/mg-ban/

/Biró, Lindner, 1988/

	Fe	Zn	Cu	Cr	Mn	Na	Cl	K	P	Mg
Férfi	12	15	2,5	0,12	4,0	2000	3000	3000	800	350
Nő	18	15	2,5	0,12	4,0	2000	3000	3000	800	300

31. táblázat

Néhány zöldség- és gyümölcsféle nyomelemtartalma

/ppm-ben/

/Biró, Lindner, 1988/

Megnevezés	Cu	Zn	Co	Cr	Mn	Ni	Fe
Burgonya	0,49	1,54	0,04	0,03	0,70	0,06	3,0
Paradicsom	0,25	0,84	0,05	0,02	0,48	0,11	2,0
Paraj	1,56	3,62	0,20	0,30	6,20	0,33	4,0
Sárgarépa	0,56	1,90	0,05	0,05	1,15	0,19	3,0
Zöldborsó	2,10	8,33	0,05	0,03	2,14	0,78	10,0
Zöldpaprika	0,36	1,32	0,04	0,03	0,74	0,15	3,0
Csiperkegomba	0,33	0,42	0,10	0,01	0,43	0,17	3,2
Vargánya	-	-	-	-	-	-	10,0
Szegfűgomba /vaden/	0,77	1,05	0,05	0,06	0,28	-	1,6
Alma	0,28	0,46	0,01	0,02	1,27	0,11	3,0
Körte	0,50	0,73	0,03	0,02	0,29	0,15	2,0
Őszibarack	0,41	1,30	0,06	0,07	0,95	0,18	3,0
Csereesznye	0,40	1,10	0,09	0,04	0,63	0,19	3,0
Banán	0,87	1,86	-	-	-	-	3,0
Citrom	0,05	0,15	ny.	-	0,07	-	10,0

6.1.1. A gombák ásványianyag-tartalmának irodalmi áttekintése

A gombák ásványi anyag jellegű tápértékéről korábban megjelent publikációkban a szerzők csak egy-egy elem mennyiségét közlik vagy hasonlítják össze a több helyről, illetve több fajból származó gombákkal /Bötticher, 1974/ /32. táblázat/.

32. táblázat

Termesztett gombafajok fontosabb ásványi anyagai
/Bötticher, 1974/

Gombafaj	N	P	K	Ca	Mg
	mg/100 g friss anyagban				
<i>Stropharia</i> sp. /harmatgomba/	325	57	240	2,8	7,1
<i>Pleurotus</i> sp. /laskagomba/	386	72	276	3,2	21,0
<i>Pleurotus ostreatus</i> /késői laskagomba/	632	101	280	4,5	30,1
<i>Agaricus bisporus</i> /csiperkegomba/	605	87	368	6,0	15,0

Hazánkban Vass és Tölgyesi /1979/ kb. 50 gombafaj ásványi összetevőit vizsgálta, Vass /1986/ különböző területeken termelt 153 gombaminta ásványianyag-vizsgálatát végezte el. Rimóczi /1987/ a *Langermania gigantea* /óriás pöfeteg/ különböző fejlődési fázisaiban mérhető ásványianyag-tartalmát hasonlítja össze néhány egyéb gombafaj hasonló paramétereivel /33. táblázat/.

Néhány termesztett faj száranyag- és ásványianyag-tartalmának
változásai a növekedés során

Kicsi /A/, közepes /B/ és nagy, fejlett /C/ termőtestből vett minta
/Rimóczi, 1987/

Név, faj-eltérő, termesztés helye	Szár- súly %	Makroelemek mg/g			M i k r o e l e m e k µg/g																
		P	Ca	K	Mg	Na	Al	As	B	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo	Ni	Se	Sr	Ti	Zn
Agaricus bisporus A Duna MGTSZ	11,65	11,62	1,58	39,45	1,09	0,75	23,41	-	20,94	1,46	0,30	-	49,35	79,67	6,84	0,23	0,73	-	3,19	1,80	60,97
Agaricus bisporus B Duna MGTSZ	10,85	11,03	0,86	38,33	1,01	0,62	27,34	-	32,51	1,26	-	0,76	31,72	51,72	5,07	-	0,67	-	2,11	1,25	41,66
Agaricus bisporus C Duna MGTSZ	11,29	10,76	0,80	39,35	0,97	0,63	22,08	-	21,69	1,11	-	0,70	43,11	67,94	5,55	0,25	0,86	-	1,87	1,26	50,55
Pleurotus ostreatus A Soroksár	16,83	8,03	0,62	27,81	1,31	0,32	32,56	-	5,76	1,68	0,43	-	16,67	105,5	6,00	-	-	-	2,05	0,53	62,20
Pleurotus ostreatus B Soroksár	15,54	6,95	0,56	24,25	1,12	0,41	36,89	-	7,07	1,14	-	0,66	13,09	126,25	7,98	-	0,93	-	1,62	0,71	50,46
Pleurotus ostreatus C Soroksár	14,58	6,53	1,77	22,88	1,33	0,42	238,75	-	5,95	2,94	-	0,59	9,31	527,3	17,39	-	0,91	-	3,98	5,31	80,61
Coprinus comatus atlagos, Kecskemét	8,7	5,42	0,49	38,99	1,10	0,97	23,70	-	6,24	0,73	0,68	-	33,13	66,7	7,01	0,20	-	-	1,43	-	51,00
Stropharia rugoseocann. atlagos, Kecskemét	9,1	6,12	1,06	14,64	0,59	2,38	68,35	-	4,94	2,67	0,68	-	132,35	985,75	12,14	-	0,82	-	4,09	0,50	278,90
Flammulina velutipes atlagos, "Soroksári" Botanikus Kert	9,29	13,29	2,12	45,21	2,31	0,52	91,26	-	4,40	3,61	0,85	0,63	11,00	147,1	20,61	-	7,79	-	7,79	1,48	57,10

Az újabb vizsgálatok gyakran a környezetvédelem szempontjából fontos mérgező, esetleg könnyebben felhalmozódó elemekre irányulnak. C. Van Assche és munkatársai vizsgálataik során megállapították, hogy a különböző gombafajok egyes fémeket hajlamosak akkumulálni, így komoly akadálya van annak, hogy táptalajként vároosi, illetve ipari hulladékot alkalmazzanak a termesztésre, ami igen gazdaságossá teszi a termelést, és a napjainkban igen fontos hulladékhasznosítás egyik megoldása is lenne. E probléma megoldásaként egy szelektív kationcselrőlő gyantát alkalmaznak, amely megkötí a toxikus nehézfémeket, s így az egészségre teljesen ártalmatlan táptalajt nyernek gombatermesztés céljára /Albrecht, 1978/.

Vetter /1987/ magasabb rendű gombák ásványianyagtartalmát vizsgálta, és mintegy 80 minta 19 elemre vonatkozó mennyiségi meghatározását és számítógépes értékelését végezte el különböző helyekről származó gombamintákban.

Seeger /1985/ a gombák nehézfém-tartalmát vizsgálta. Publikációjában a gombák nehézfém felhalmozásának örökletes tulajdonságáról számol be. "A gombák felhalmozzák a kadmiumot, ez örökletes tulajdonságuk, nem a légszennyeződéstől függ, hiszen múzeumban őrzött gombákból is magas értékeket tudtak kimutatni." Néha ugyanazon a talajon eltérő a nehézfém-tartalom, egymás mellett nőnek a nehézfémekben szegény és gazdag gombák. Főleg kadmiumot és higanyt, míg az ólmot és talliumot nem halmozzák fel a gombák, így csak az erősen szennyezett talaj okozhat veszélyt. A kadmium- és a higanymérgezés hatása egyforma. A májba és a vesébe épülnek be, a kis adagok összeadódnak és a végén olyan koncentrációt érnek el, amelyet a vese már nem tud elviselni. A gombán keresztüli kadmiumfelvételt szívesen figyelmen kívül hagyják azzal, hogy a bél ezt a fémot alig veszi fel. Az élelmiszerekben talál-

ható kadmiumnak csak az 5 %-a jut a testszövetekbe. A WHO által megadott dózisban ez a körülmény már figyelembe van véve /34. táblázat/.

34. táblázat

Maximálisan felvehető nehézfémek mennyisége

/1 hét/felnőtt ember/

/FAO/WHO, 1972/

Elem	Mennyiség ppm-ben *
Higany /Hg/	0,03
Kadmium /Cd/	0,05
Ólom /Pb/	0,30

* Ha átlagosan 10 kg táplálékot fogyaszt el

Ezekből az adatokból is látható, hogy a higany 10-szer mérgezőbb az ólomnál. A kadmium a gombákban a nehezen emészthető fehérjékhez kötődik, így 95 %-a kiürül. Tehát a levegőben lévő kadmium sokkal veszélyesebb, mint a gombákban akkumulálódó.

A dohányban is van kadmium, és a tüdő sokkal könnyebben veszi fel, mint a bél. Ezért napi 2 doboz cigaretta jobban megterheli kadmiummal a szervezetet, mint az egész táplálkozás.

Gombákat bányák, szennyezések, ércbányák, üzemek közelében, autók mentén, nagy városi parkokból ne gyűjtünk és együnk. Aki rendszeresen gombát akar fogyasztani, az a termesztett fajtákat részesítse előnyben /Seeger, 1985/.

6.1.2. A vizsgált gombafajok és fajták

Az általunk vizsgált gombamintákat a Zöldeágytermesztési Kutató Intézetben termesztették 1986-87-ben, illetve ugyanebben az időben szabadban gyűjtöttük be, lehetőség szerint azokat a fajokat, amelyek a termesztésben is szerepeltek. Így vált lehetővé annak tisztázása, hogy több kéres anyagot vesz-e fel a szabadban termő gomba a termesztettnél.

6.1.3. Az ásványianyag-tartalom meghatározása

A meghatározás lényege

Az elroncsolt gombaminták ásványianyag-tartalmát atomabszorpciós eljárással határoztuk meg.

A minta előkészítése

A mintát 40°C -on légszárazra szárítottuk, majd lisztfinomságúra aprítottuk. 2 g-et csiszolatos mérleg-edénybe bemértünk, és 105°C -on súlyállandóságig szárítottuk. Exsikkátorban hűtöttük és szobahőmérsékleten visszamértük. A bemért és visszamért tömegből számoltuk a minta %-os szárazanyag-tartalmát, amelyre a mérési eredményeket vonatkoztattuk.

A salétromsavas roncsoláshoz teflonbombába 5 g légszáraz mintát mértünk be, majd 50 ml 1,0 móles salétromsav-hidrogénperoxid keverékkel feltöltöttük és erőteljesen elkevertük. Ut óra állás után a teflonbombákat lezártuk, és 105°C -on 3 óráig tartottuk. A szobahőmérsékletre hűlt bombát felnyitottuk, homogenizáltuk és redőszűrőn szűrtük. Ezzel a minta előkészítése befejeződött. A hígítást /10x/ és a szárazanyag százalékat számítási faktorként az ICP számítógépébe vittük.

Műszeres analízis

Az ICP /Inductiv Coupled Plasma/ készülék legjellemzőbb része a nagyfrekvenciás /27,5 Mhz/ árammal 6000 °C-ra gerjesztett argon plazma, amelybe a mintát beperleazzjuk. A plazmában gerjesztett atomok fényemissziójának hullámhossza jellemző az adott elemre, intenzitása pedig 4-5 nagyságrendben arányos az elem koncentrációjával.

A nagyteljesítményű optikai rácossal felbontott fény a vizsgált elemre jellemző szinképvonalát fotomultiplayerrel érzékelve és a standard intenzitással összehasonlítva kapjuk a keresett koncentrációt.

Egyes elemek /pl. Fe, Al stb./ vonalinterferenciával zavarják a többi elem érzékeny kimutatását. A zavaró elem fokozatos hozzáadásával kimértük a vizsgálni kívánt elem látszólagos koncentrációnövekedését. A kapott öszefüggéseket korrekciós faktorként használtuk fel az eredmények feldolgozásánál. /Mivel sem a ZKI, sem a SOTE nem rendelkezik ilyen készülékkel, a vizsgálatokat Kiskunfélegyházán, az AGRONODEL Munkaközösségnél végeztük. Segítségükért e helyen is köszönetet mondunk.

6.1.4. Az eredmények és értékelésük

Eredményeinket a 35. és 36. táblázat foglalja össze. A táblázatban szereplő adatokból érzékelhető, hogy a gombok fajoként más-más koncentrációban tartalmazzák az egyes elemeket. Az Fe-, Zn-, Si-tartalom széles tartományban változott, míg a legtöbb gombafaj Ni-, Al-, Pb- és Mn-tartalma viszonylag azonos koncentrációban mozgott.

Néhány természetesen előforduló mikro- és makroelemtartalom

Gombafaj. fajta	M i k r o e l e m e k										Makroelemek			
	Al	B	Cr ^M	Cu ^M	Fe ^M	Mn	Ni ^M	Pb	Si	Ti	Zn ^M	Ca	Mg	P
	ppm /mg/kg/										mg/g			
Pleurotus ostreatus	130	14,0	3	56	1600	16,0	6,5	6,0	110	42,0	86	1,50	2,2	8,0
Pleurotus ostreatus /H ₇ /	260	4,5	15	60	180	9,0	26,0	6,2	14	0,7	90	0,44	2,1	6,4
Coprinus comatus	130	9,0	12	48	92	7,0	38,0	2,2	27	0,8	100	0,54	1,2	2,7
Agaricus bisporus /D ₁₃ /	360	7,5	20	74	140	6,4	40,0	3,5	20	0,8	36	1,20	2,0	9,8
Psilocybe cubensis	150	10,0	6	12	225	10,0	66,0	12,0	88	0,9	94	2,20	1,7	5,6
Lentinus edodes	100	13,0	17	46	90	15,0	30,0	1,0	35	0,7	64	0,70	2,0	4,8

A mintákból a következő elemek nem mutathatók ki: As, Bi, Cd, Co, Mo, Su, Te, Zr
Kimutatási határ: 0,5 ppm Mo

- 1 ppm Bi, Cd, Co, Su, Zr
- 5 ppm Te
- 10 ppm As

* Főbb esszenciális mikroelem

36. táblázat

A vaden termő és termesztett Pleurotus sp.
és Coprinus comatus nehézfém-tartalmának alakulása

/1988/

Gombafaj	Cd	Hg	Pb
	ppm		
Pleurotus sp. rönkön /laskagomba/	0,513	1,029	0,651
Pleurotus sp. termesztett /laskagomba/	0,200	0,386	0,265
Coprinus comatus vaden termő /gyepjás tintagomba/	1,082	2,318	2,045
Coprinus comatus termesztett /gyepjás tintagomba/	0,040	0,487	0,187
Megengedhető max. mennyiség /MÉM, 1985/	0,1	0,5	1,0

A 36. táblázat szerint a szabadban termett *Pleurotus* sp. 2,66-szor, a *Coprinus comatus* 4,76-szor több higanyt tartalmaz, mint a szalmán termesztett. Ez bizonyítja az irodalmi részben már említett szerzők véleményét, hogy a vaden termő gombák lényegesen több ártalmas nehézfémot tartalmaznak.

A legszembetűnőbb különbséget a vaden termett *Coprinus comatus* Cd-tartalmánál találtuk, körülbelül 27-szer nagyobb mennyiségben tartalmaz kadmiumot, mint a termesztett.

A szalmán termesztett laskagombában /*Pleurotus sp.*, *H₇*/ feleannyi ólom található, mint a szabadban, farönkön termett gombában, ami szintén bizonyíték a termesztett gombák mellett.

Köztudott mind a hazai, mind a külföldi irodalomból, hogy a gombák egyes fémeket igen magas koncentrációban képesek feldúsítani és raktározni, elsősorban az emberi szervezet számára káros nehézfémeket, a kadmiumot, a higanyt és az ólomot.

A hazai irodalomban nem találni pontos utalást arra, hogy ezen fémekből mi az a maximális dózis, amely még nem mérgező, illetve az emberi szervezet számára még elviselhető. Ezért tájékoztatásul a FAO/WHO adatot /34. táblázat/ és az 1985-ben megjelent Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Értesítő 22. számának "Élelmiszerek maximálisan megengedhető fémtartalma" című részében szereplő adatokat vettük figyelembe /37. táblázat/.

6.1.5. Következtetések

Azonos fajok /*Pleurotus*, *Coprinus*/ termesztett és vadon termő példányaiban vizsgáltunk 26 ásványi elemet. Egyöntetűen megállapítható az eredményekből, hogy a zöld-ségnövényekhez viszonyítottan lényegesen kisebb mennyiségben tartalmazzák a vizsgált ásványi elemeket. Ez részben a rendezerezők axon tételét is igazolja, hogy a gombák rendezertanilag a növényektől eltérő képviselői az élővilágnak.

Fontos tényként kell tudomásul vennünk, hogy a vadon termő gombák a termesztettekkel ellentétben több ásványi anyagot, főleg a nehézfémeket tartalmazzák nagyobb mennyiségben. Táplálkozási szempontból ez a tulajdonság hátrányt jelent ugyan, mert a szervezetbe jutó ásványi anyag meny-

nyisége a gombafegyasztás révén nem növekszik, ugyanakkor ez egészségügyi szempontból előnyt jelent.

37. táblázat

Élelmiszerek maximálisan megengedhető fémtartalma
/mg/kg/
/MÉM Értesítő, 1985/

Élelmiszer	As	Hg	Pb	Cd	Cu
Tej	0,05	0,01	0,1	0,01	0,4
Túró	0,3	0,02	0,25	0,02	x
Friss hús	0,5	0,02	0,5	0,1	5,0
Halak /édesvízi/	1,0	0,30	2,0	0,3	x
Liszt	0,1	0,02	0,5	0,1	5,0
Gyümölcs*	4,0	0,05	2,0	0,5	x
Zöltség*	4,0	0,05	2,0	0,3	x
Csokoládé	0,5	0,01	1,0	0,5	x
Gomba /friss/	0,5	0,05	1,0	0,1	10,0

x Réz határérték előírása nem szükséges, mivel e termékek és termékek réztartalmát döntő mértékben a természetes réztartalom határozza meg.

* Száritott termékekre vonatkozik.

A termesztett gombákban a toxikus elemek a megengedett értéken belül vannak, míg a vadon termőkben többé-kevésbé efelett.

A vizsgálatok egyértelműen bebizonyították azt az irodalmi hivatkozásokból már ismert tényt, hogy lehetőség szerint a káros ólom-, kadmium- stb. tartalom miatt

a vadon termő gombák helyett célszerű termesztett gombát fogyasztani.

6.2. A gombák nitráttartalmának alakulása

Az egészséges táplálkozás érdekében egyre több zöldségfélélt fogyasztunk. Toxikológiai vizsgálatok során derült fény olyan mérgezésekre, amelyeket a zöldségfélék magas nitráttartalma okozott.

A gomba is a korszerű táplálkozás egyik alkotóeleme, illetve válhatna azzá kitűnő beltartalmi értékei /pl. alacsony szénhidrát-tartalma, teljesértékű fehérjéi, vitamin- és ásványianyag-tartalma/ miatt, ha a lakosság szélesebb körében terjedne el.

Mivel napjainkban a szakirodalom egyre többet foglalkozik mind környezetvédelmi, mind egészségügyi szempontból a nitrát kérdéssel, így adódott, hogy a gombák nitráttartalmát megvizsgáljuk és adatokkal szolgáljunk a termesztett gombák szűke irodalmához.

6.2.1. A nitráttartalom irodalmi áttekintése

A bélben a baktériumflóra tevékenységének eredményeként a nitrátok nitráttá alakulnak, és így metahemoglobinia /cianózis, hipoxia/ és az értágító hatáson alapuló vérnyomáscsökkenés /kollapszus/ jön létre /Knoll, 1983/. A haemoglobin egyedülálló tulajdonsága, hogy reverzibilisen képes oxigént felvenni, illetve leadni. A metahemoglobin nem reverzibilisen köti az O_2 -t, így a légzés szempontjából értéktelen /Bálint, 1972/. Amennyiben a metahemoglobinnak felhalmozódnak a szervezetben és eléri a 70 %-ot, fulladással halál áll be.

A kereskedelmi forgalomba kerülő friss zöldségfélék nitráttartalmára vonatkozó határértékek még nincsenek megállapítva hazánkban, pedig már egész sor importáló ország előírja ezeket az értékeket. Ilyen szabvány bevezetését nagyban akadályozza a jelenlegi, gyakran ellenőrizhetetlen kereskedelmi forma és a gyors, megbízható nitrátvizsgálati módszer hiánya /Terbe, 1986/.

38. táblázat

Zöldségfélék nitráttartalma
és az egészségre káros elfogyasztott mennyisége

/Phillips szerint, Terbe, 1986/

Növényfaj	A termék NO ₃ - tartalma mg/kg	A methaemoglobinemiát ^M kiváltó zöldség mennyisége g-ban		
		5 %	30 %	70 %
Paradicsom	100-200	780	4313	10920
Paprika	200-500	205	1132	2860
Fejes saláta	1500-3000	52	288	728
Sárgarépa	1000-1400	89	494	1248
Hónapos retek	3000-4000	31	168	425
Spenót	1500-4500	46	256	648

^M 67 kg-os testsúlyú felnőttre számított érték

Az irodalmi adatok alapján a zöldségfélék sokkal magasabb nitráttartalommal rendelkeznek, mint a gombák /39. táblázat/.

Az Élelmiszervizsgálati Közleményekben /1976/ található táblázatban a felsorolt zöldségfélék a 39. táblázatban szereplő növényekhez hasonló mennyiségben tartalmaz-

nak nitrátot /Kádas, 1976/. Itt megemlíteneek egy nitrát-tartalomra vonatkozó felső határt: 300 mg/kg /az az érték az NDK-ban 600 mg/kg/. Akár a hazai, akár az NDK-beli adatot vesszük alapul, a gombák jóval ezen határértékek alatt vannak.

39. táblázat

Nitráttartalom zöldségfélékben és gombákban

/Schmidt, 1985/

Növény	mg NO ₃ /kg friss súlyban
Retek	150-5690
Spenót	345-3890
Féjes saláta	261-1186
Kelkáposzta	62-664
Torma	10-100
Uborka	20-300
Bab	80-822
Csiperkegomba /fehér/	14
Tintagomba	9

6.2.2. Nitráttartalom meghatározás

Előkészítés

A friss gombamintából homogenizálás után 20 g anyagot Stift-lombikba bemeztünk, és a lombikot 100 ml-re jelíig töltöttük 1 %-os CuSO₄ oldattal. Ezután 30 percig forrásban lévő vízfürdőn tartottuk.

Standard oldat készítése KNO_3 -ból: 1000 ml-es mérőlombikba bemértünk 1,6306 g KNO_3 -at, majd desztillált vízzel felig töltöttük. 100 ml-es mérőlombikokba 10, 20, 30, 40, 60 ml törzsoldatot pipettáztunk és 1 %-os CuSO_4 oldattal felig töltöttük.

Mérés

OP-211/1 típusú, Radelkis gyártmányú, digitális MV/pH-mérő berendezéssel mértünk.

Elektródák: OP-820-P típusú referencia elektróda és OP- NO_3 -0711-P típusú ionszelektív elektróda.

Először lemértük a standard oldatokat, majd a kapott MV értékeket a koncentráció függvényében ábrázoltuk.

A lehűlt mintaoldatokat dekantálás után szintén lemértük. A kapott MV értékből a kalibrációs görbe alapján meghatároztuk a minta NO_3 -tartalmát.

6.2.3. Eredmények és értékelésük

A különböző gombafajok és fajták nitráttartalmát a 40. táblázat tartalmazza.

Vizsgálataink az előzetes feltételezéseknek megfelelően igazolják, hogy a termesztett gombafajok NO_3 -tartalma fajoként minimális eltérést mutat. Legkevesebb az *Agaricus bisporus*-ban van, ezt követi a *Pleurotus* sp., majd a *Lentinus* jön a sorban. A bennük mérhető mennyiség 10 mg/kg alatt van.

Az *Agaricus* fajták között nagyobb nagyságrendű eltérések vannak, de valamennyi érték jóval a megengedett határérték alatt van. Így a termesztett gombák NO_3 -tartalma az egészségre semmiféle veszélyt nem hordoz.

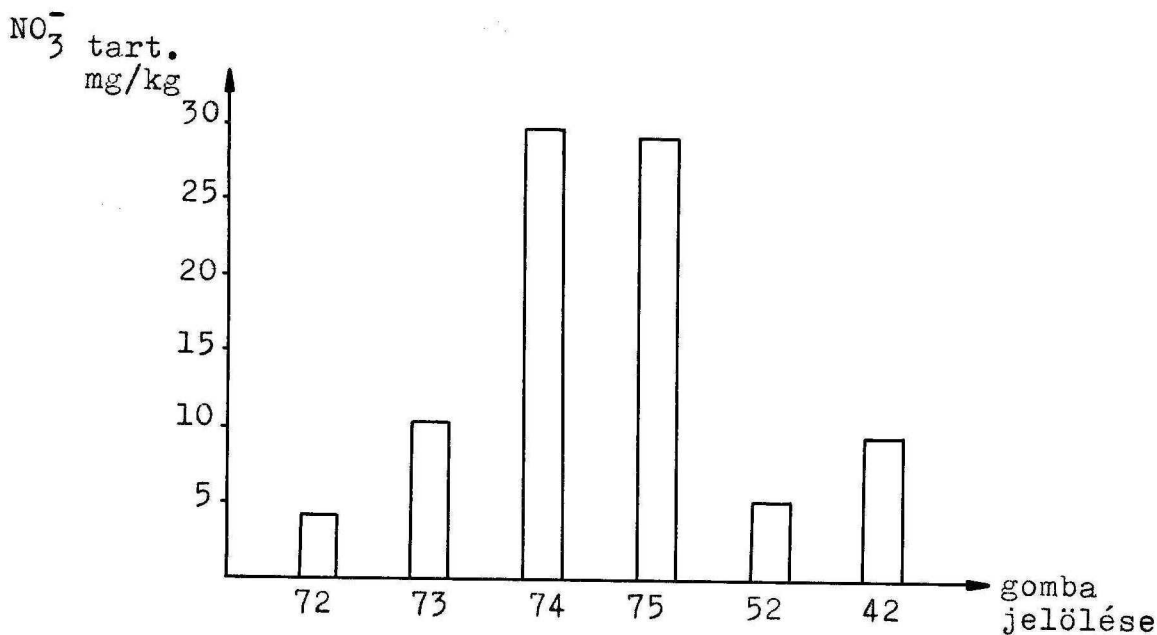
40. táblázat

Szalmán termesztett gombák NO_3^- -tartalma

Jelölés	Faj, illetve fajta	NO_3^- -tartalom mg/kg
72	Agaricus bisporus /csiperkegomba/	4,825
73		11,625
74		28,000
75		28,125
52	Pleurotus sp. /laskagomba/	6,650
42	Lentinus edodes	9,865

13. ábra

Szalmán termesztett gombák nitráttartalma



Nem végeztünk vizsgálatokat nitrátos vízzel nedvesített szalmán, később pedig ilyen vízzel kezelt /öntözött/ táptalajon termesztett gombán NO_3 alakulásra vonatkozóan. Ilyen esetben elképzelhető lenne a termésben is jóval nagyobb nitrát felhalmozódás, ezt azonban a gomba fejlődése is feltehetően jelezheti gyengébb hozmával vagy a termések deformációja révén. Mindenesetre ilyen méréseket célszerű lesz a jövőben végezni.

7. FITOKÉMIAI VIZSGÁLATOK

A növényvilág - ide sorolva a gombákat is - napjaink és a jövő gyógyezereinek kimeríthetetlen forrása lehet. Szakirodalmi adatok alapján az ismert növényfajoknak mindössze csak 5-6 %-át vizsgálták meg ez ideig, ami azt is jelenti, hogy az úgynevezett szekunder anyagcseretermékeknek kb. 10 %-át ismerjük, a többi 90 % felfedezésre, vizsgálatra, kimutatásra vár. A növények ilyen jellegű tanulmányozásának végső célja, hogy biológiailag ható és gyógyászatiilag hasznosítható vegyületeket fedezzünk fel, illetve állítsunk elő. Malone mutatott rá, hogy a növények szűrővizsgálatának nemcsak az a célja, hogy az amúgy is ismert biológiai hatásokat bizonyítsa, hanem még nem ismert hatásokat fedjen fel.

Alapvetően két módja van az új, biológiailag aktív anyagok szűrővizsgálatának, egyrészt a növényi kivonatok biológiai hatásának /biológiai szűrővizsgálatok/, másrészt jellemző anyagcseretermékek /fitokémiai szűrővizsgálatok/ vizsgálata.

Dolgozatomnak ebben a fejezetében a különböző gombafajok biológiai szűrővizsgálatánál arra kerestünk választ, hogy az adott gombakivonat rendelkezik-e egyfajta biológiai aktivitással, míg a fitokémiai szűrővizsgálatokkal bizonyos vegyületet, illetve vegyületcsoportot kerestünk, amelyekről szakirodalomból vagy népgyógyászatból van tudásunk, illetve mindeddig az illető vegyület ismeretlen számunkra. Eddigi ismereteim szerint ugyanis a gombák ilyen irányú vizsgálatára, különösen a természetes gombák esetében ritkán került sor.

Célkitűzések

Különböző polaritású gombafrakciók előállítás és szűrővizsgálata

A/ fitokémiai szempontból,

B/ biológiai szempontból /mikrobiológiai, farmakológiai vizsgálatok/.

A vizsgálatokat - a cukortartalom kivételével - egy termesztett gombafajnál, az *Agaricus bisporus*-nál végeztük, esetenként a szkrineléshez *Pleurotus ostreatus*-t is felhasználunk.

A/ Fitokémiai szkrinelés

A különböző polaritású gombafrakciók szkrinelését az alábbi szempontok szerint végezzük:

- a/ Apoláros /petroléteres és egyéb/ frakciók előállítása, majd a frakciók szkrinelése terpénekre, szteroidokra, zsírsavakra, illetve zsírsavakra és illóvegyületekre.
- b/ Szemipoláros /metanolos/ frakciók előállítása és szkrinelése alkaloidokra, elsősorban kvaterner vegyületekre, valamint flavonoidokra, kumarinokra és szabad zsírsavakra.
- c/ Poláros /vizes/ frakciók előállítása és szkrinelése aminosavakra, cukrokra, valamint liofilizátum előállítása, majd tesztelése farmakológiai hatás szempontjából.

Az alkalmazott, illetve alkalmazható módszerek áttekintése

Az analitikai vizsgálatokhoz a hagyományos módszerek-
ken kívül elsősorban rétegekromatográfiás és UV-spekt-
roszkópiás módszereket alkalmaztunk, amelyeket eseten-
ként gázkromatográfiás és tömegspektroszkópiás vizsgá-
latokkal egészítettünk ki.

Kromatográfiás módszerek alkalmazása:

- Vékonyréteg-kromatográfiát /VRK v. TLC/ elsősorban kvalitatív céllal alkalmaztunk.
- Preparatív rétegekromatográfiát /PLC/ egyes komponensek izolálására, szerkezetvizsgálathoz.
- Gázkromatográfiát bizonyos komponensek azonosítására, kvalitatív, illetve kvantitatív vizsgálatára.
- Gázkromatográfiával egybekapcsolt tömegspektroszkópos /GC-MS/, illetve tömegspektroszkópiás /MS/ eljárásokat szerkezetvizsgáló céllal használtuk.
- UV-spektroszkópiás, illetve spektrofotometriás módsze-
reket alkalmaztunk kvantitatív mérései céllal, UV és
látható tartományban kvalitatív céllal, elsősorban ré-
tegekromatogramok detektálására.

A különböző frakciók előállításához még egyéb fizikai-
kémiai eljárásokat alkalmaztunk, pl. vákuumdesztilláció,
vízgőzdesztilláció, különböző extrakciós eljárások /rá-
zítás szobahőmérsékleten, refluxálás, Soxhlet stb./.

A hatásosnak bizonyult gombafrakcióknál mikrobiológiai
/agar diffúziós/ és farnakológiai tesztelési módszereket
végeztünk.

7.1. Apeláras frakciók előállítása és szkrinálása

El nem szappanosítható frakció

Terpenoidok - E-vitamin

Szterolok - β -szitosterol

7.1.1. Terpének és szterolok kimutatása az el nem szappanosítható frakcióban

A másodlagos növényi anyagoknak igen gazdag és sokrétű csoportját alkotják a terpének. Ezek között igen változatos tulajdonságú vegyületek találhatók. Számos bioaktív vegyület /vitaminok, gyanták, koenzimek, alkaloidok, szaponinok/, növények szín-, íz- és illatanyagai, továbbá sok nem ismert funkciójú vegyület tartozik ebbe a csoportba. Nagy részükre jellemző, hogy szerkezetük izoprán egységekre /2-metil-butadién/ szerkezetre vezethető vissza /Petri et al., 1987/.

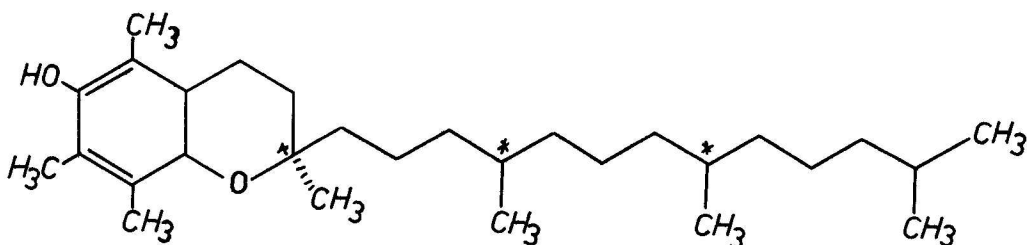
E-vitamin /tokoferolok/

Vizsgálatáról a 4.2. fejezetben már esett szó, itt azonban más jellegű megközelítéssel történt a vizsgálat.

Növényi olajokban fordulnak elő, kondenzált, kromángyűrűs részből állnak, amihez 3 izopránegységből álló lánc kapcsolódik / α -tokoferol/.

14. ábra

α -tokoferol



E-vitaminok kvalitatív és kvantitatív értékelése VRK-val és spektrofotometriával

A vizsgálat Benderferné Krauszner Éva - Dobos Irén /Szántóné, 1979/ E-vitaminok meghatározására kidolgozott módszerének általunk gombákra módosított változata szerint történt.

A kvalitatív vizsgálat elve

A vizsgálati anyagok elszappanosítása után az el nem szappanosítható részből a tokoferolokat a zavaró anyagoktól rétegekromatográfiával választjuk el. Ez az edzserpcelés módszer lehetőséget ad az egyes tokoferolok és tokoferol származékok elkülönítésére is, jellemző R_f-értékeik alapján.

Minta előkészítése

Tizedes pontossággal mérünk be 30 g-ot a homogenizált mintából visszafolyó hűtővel ellátott Erlenmeyer lombikba. Hozzáadunk 50 ml 2 N KOH metanoles oldatát. A keverékhez a forráspont csökkentésére 5 ml peroxidmentes étert, antioxidánsként pedig 3 ml 5 %-os aszkorbinsav metanoles oldatát adjuk. 70 °C-os vízfürdőn forrástól számított 60 percig végezzük a szappanosítást. A lehűtött elegyhez 15 ml metanolt és 40 ml desztillált vizet adunk, redőszűrőn szűrjük. 3x30 ml éterrel kinyerjük, majd az éteres oldatot desztillált vízzel semlegesre mossuk. A semleges éteres oldatot vízmentes Na₂SO₄-en szűrjük és szárazra pároljuk. 2 ml absz. alkoholban vesszük fel. A rétegekromatográfiás vizsgálatot az így kapott oldat aliquet részeiből végeztük.

Rétegekromatográfiai körülmények

Réteg: szilikagél /Kieselgel 60 F 254,
rétegvastagság 0,20 mm/
Kifejlesztő elegy: benzol-metanol 98:2
Fronttávolság: 16 cm
Futtatási idő: kb. 60 perc
Előhívás: 20 %-os foszforsavoldat

Kromatogram értékelés

A tokoferolek kék színnel reagálnak. Elsőnek az α -tokoferol azonosítható, majd 5 perces, 110 °C-on történő melegítés után az egyéb redukáló anyagok is láthatóvá válnak /41. táblázat/.

41. táblázat

Tokoferolek Rf x 100 értékei

α - tokoferol	58	β - tokoferol	40
α - t. acetát	66	γ - tokoferol	38
α - t. kinon	72	δ - tokoferol	28
α - dimer	84		

42. táblázat

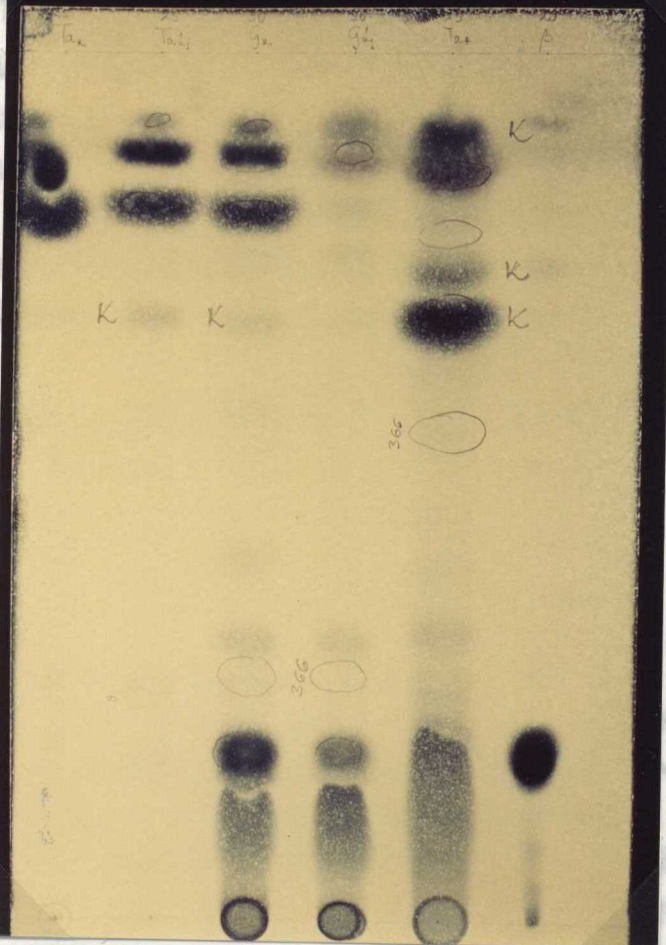
Értékelés

Rf x 100	Mért Irodalmi értékek	
1. α - tokoferol		
3. α - t. acetát	64	66
5. δ - tokoferol	28	28

Összességében, a vizsgált gombaszínték között 15. ábrán látható egyszerűen mutatnak az ábránál hivatkozásokban megadott Rf-értékekkel.

Gomba tokoferolok kromatogramja

A gombaszíntékben található tokoferol származékok Rf-értékei: α -tokoferol, β -tokoferol, γ -tokoferol, δ -tokoferol.



A kvantitatív vizsgálat /lásd 4. fejelet/

Extraktok

Olyan anyagok, amelyek a gombák színtékeiben találhatók. Ezek a gombák színtékeiben találhatók. Ezek a gombák színtékeiben találhatók. Ezek a gombák színtékeiben találhatók.

/lásd, 1981/. Valójában, hogy az ábrán látható a gombák színtékeiben találhatók. Ezek a gombák színtékeiben találhatók. Ezek a gombák színtékeiben találhatók. Ezek a gombák színtékeiben találhatók.

A gombák színtékeiben találhatók. Ezek a gombák színtékeiben találhatók. Ezek a gombák színtékeiben találhatók. Ezek a gombák színtékeiben találhatók.

Összegezve, a vizsgált gombaminták kapott Rf-értékei jó egyezést mutatnak az irodalmi hivatkozásban megadott Rf-értékekkel.

A gombamintákban található tokoferol származékok Rf-értékei megegyeznek a tesztanyagok α -tokoferol, α -tokoferolacetát/ Rf-értékeivel /42. táblázat/.

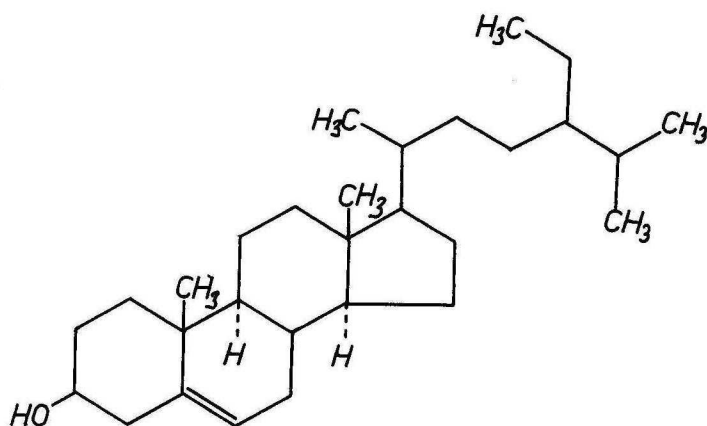
Ezzel a módszerrel lehetőség nyílik arra, hogy a gombamintákban a tokoferolek mellett az egyes tokoferol származékokat is elkülöníthessük és azonosíthassuk. Ezért is láttam szükségesnek, hogy az E-vitamin vizsgálat már korábban ismerttetett eredményei mellett ezeknek a vizsgálatoknak a végzésére is sort kerítsek.

A kvantitatív meghatározás elve és eredmények
/lásd 4.2. fejezet/

Szterolek

Olyan szteránvázú vegyületek, amelyek hosszabb izoprenoid oldalláncot tartalmaznak a C₁₇-es helyen. Egyértékű szekunder alkoholek, amelynek OH-ja a 3-as C-atomen található. Mind az állat-, mind a növényvilágban igen elterjedtek. Leggyakoribb képviselőik: koleszterin, szitoszterin, sztigmaszterin, ergoszterin /Elődi, 1981/. Tekintve, hogy az irodalomban is gyakran esik szó a gombák koleszterintartalom befolyásolásáról a vérben, így a természetű fajok vizsgálata különösen érdekesnek tűnik. A β -szitoszterin a gyapetmagból ismert. α - és γ -formája a bázacsíraolajban található, ösztrogén hatásúak /Verzárna, 1982/.

β -szitoszterol



β -szitoszterol VRK-s azonosítása

A gombaminta β -szitoszterol-tartalmának vékonyréteg-kromatográfiás azonosításához az előkészítési műveletek, az elszappanosítás, az extrahálás és a kromatografálás teljes egészében megegyezik az E-vitamin VRK-s meghatározásánál leírtakkal.

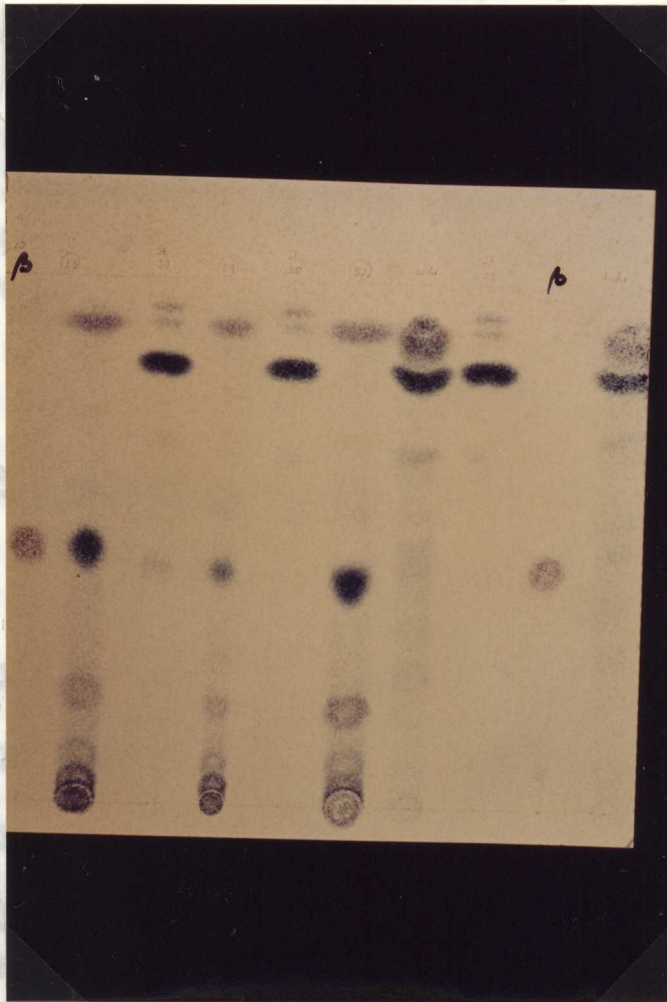
A gombákban található β -szitoszterol Rf-értéke megegyezik az összehasonlítóként alkalmazott β -szitoszterol teszt Rf-értékével /15. ábra/. Az eredmények alapján a vizsgált gombafajták a biológiai aktivitás szempontjából fontos szeránvázak vegyületek közül nemcsak ergoszterolt /a D-vitamin előanyagát/ /Bötticher, 1974/, hanem β -szitoszterolt is tartalmaznak.

A japán Eisai cég nyers szójaszterol frakciót hoz forgalomba, amelyet gyógyszer alapanyagként /antihiperkolestrolémia/ alkalmaz /Verzárna, 1985/. Így a gomba feldolgozásával a korszerű táplálkozásban alkalmazott természetes eredetű alapanyagok választéka bővíthet.

Petroléteres frakció

17. ábra

β -szitoszterol kromatogramja gombából



7.1.2. Zsírsolajok, illetve zsírsavak kvalitatív és kvantitatív értékelése

A zsírsavak szabad állapotban csak kis mennyiségben fordulnak elő a sejtekben vagy szövetekben. Az elszappanosítható lipidek egy részének /neutrális zsírok, foszfogliceridek, foszfolipidek, koleszterolészterek, via-szok stb./ fő alkotórészei. A növényekből mintegy 300-féle különböző szerkezetű zsírsavakat azonosítottak. A

nagyobb mennyiségben előforduló zsírsavak egyenesláncú, páros szénatomszámú, egybázisú savak, amelyek lehetnek telített és telítetlen szerkezetűek. A növényi olajokban a telítetlen savak vannak túlsúlyban.

Többszörösen telítetlen zsírsavak egy részének előállítására az emlősök nem képesek, ezeket táplálék útján kell megszerezniük. Az emlősök linolsavat /2 kettőskötést/ és a linolénsavat /3 kettőskötést tartalmaz/ nem képesek szintetizálni, ezek számukra esszenciális zsírsavak, felvételük növényi tápanyagokból történik /Elődi, 1981/.

43. táblázat

A gombákban előforduló zsírsavak

$C_{16:0}$	$CH_3-(CH_2)_{14}-COOH$	palmitinsav
$C_{18:0}$	$CH_3-(CH_2)_{16}-COOH$	sztearinsav
$C_{18:1}$	$CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$	olajsav
$C_{18:2}$	$CH_3-(CH_2)_4-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$	linolsav
$C_{18:3}$	$CH_3-(CH_2)_3-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_3-COOH$	linolénsav
$C_{20:4}$	$CH_3-(CH_2)_4-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_3-COOH$	arachidonsav
$C_{20:0}$	$CH_3-(CH_2)_{18}-COOH$	arachinsav
$C_{22:1}$	$CH_3-(CH_2)_{11}-CH=CH-(CH_2)_9-COOH$	erukasav

/Gombkötő, 1985/

"Zsírsavtartalom" meghatározása

30 g szárított gombamintát /porított/ 2x100 ml n-petroléterrel 1 órát hidegen rázatunk, majd szűrjük. Na_2SO_4 sicc.-mal vízmentesítjük, vakuumban /rota/ szárazra pároljuk, és a maradék tömegét mérjük: 0,497 %.

Zsírsavak előállítása

Az előbbiekben leírt módszer szerint nyert zsírsav-olajat 2,0 g KOH-val és 20 ml 98 %-os etanollal vízfürdőn 1 órán át ferraljuk. Az elegyhez 50 ml vizet adunk, és az oldat pH-ját sósavval 2-re állítjuk, végül 3x20 ml petroléterrel kizrázzuk. A savanyú petroléteres oldatot 40 %-os kenyhsós oldattal semlegesre mossuk, vízmentesítjük, szárazra pároljuk, tömegét megállapítjuk. Zsírsavtartalom: 0,074 %.

Zsírsavösszetétel vizsgálata

a/ Kvalitatív vizsgálatok - zsírsavak azonosítása vékonyréteg kromatográfiával és rétegekromatográfiával kombinált tömegspektroszkópiával

Az előző pontban ismertetett módon előállított zsírsavelegy 5 és 10 l-ét /konc. 5 mg/ml/ az előbbi tesztanyagok mellett rétegekromatografáltuk:

palmitinsav	/oldat konc. 1 mg/ml, felvitt / μ l: 5/	
sztearinsav	" 1 mg/ml,	" 5
olajsav	" 1 mg/ml,	" 2
kukoricacsíraolaj	" 1 %.	" 5

VRK körülmények

Réteg: szilikagél 60 F 254, rétegvastagság: 0,20 mm

Kifejlesztő rendszerek:

- a/ petroléter-éter /30:10/ /Fitokémia/
- b/ petroléter-éter-jégecet /90:10:1/ /Stahl/
- c/ heptán-éter-jégecet /70:25:5/ /Fitokémia/

Megjegyzés: A háromféle rendszer közül - ellentétben egyes irodalmi adatokkal /Stahl, Fitokémia jegyzet/ - csak a c/ összetételű kifejlesztő elegendő nyújtott megfelelő elválasztást.

Előhívó reagens: J_2 gőz - hatására a kettőskötéseket tartalmazó vegyületek sárga színnel jelentkeznek. Így a palmitin és sztearinsav J_2 -dal nem reagált.

18. ábra

Gomba zsírsavösszetételének VRK-ja



44. táblázat

Gomba zsírsavkomponensek Rf-értékei

Minta/tesztanyag	Zsírsavkomponensek		
	Jele	Száma	Rf-értéke
Gomba	G	/4/	A 0,33 B 0,47
Kukoricacsíraolaj	kuko	/2/	0,33
Olajsav	olaj	/3/	0,47
Palmitinsav	p	/1/	-
Sztearinsav	szt	/6/	-
E-vitamin	E	/5/	0,55

A gomba zsírsaveleegyben Rf-értékek alapján és addícióval azonosítottuk az olajsavat, és megállapítottuk, hogy az A jelű komponens Rf-érték alapján megegyezik a kukoricacsíraolajával /lásd 44. táblázat/.

Az azonosításhoz további bizonyításként tömegspektrometria² vizsgálatokat végeztünk. Ehhez a rétegről - előhívás előtt - eluáltuk az azonos Rf-értékű felteket, valamint az olajsavként azonosított vegyületet.

MS paraméterek

Készülék: MS-902 tömegspektrográf
Ionizáló energia: 70 eV
Adagolás: direkt, 110 °C

² Mivel az intézet nem rendelkezik MS készülékkel, a tömegspektroszkópia vizsgálatokat a KKKI-ban dr. Tamás József vezetésével végeztük.

A tömegspektroszkópia vizsgálatok /fragmentáció és pontos tömegmérés/ alapján megállapítható volt, hogy a gomba-zsírsavelegy olajsavon kívül palmitin-, sztearin- és linolsav összetevőket tartalmaz.

b/ Gomba-zsírsavelegy kvantitatív értékelése gázkromatográfián

Minta előkészítése - zsírsavetiléazter előállítása

A zsírsavak előállításánál leírt módon nyert zsírsavelegyhez 25 ml absz. etanolt és 1,0 ml cc. H_2SO_4 -et adunk, jól elkeverjük és 25 percig állni hagyjuk szobahőmérsékleten. 25 ml telített konyhasó oldat hozzáadása után 3x20 ml petroléter-éter /1+1/ elegyével kicéezzük. A szerves fázisokat egyesítjük és vakuumban bepároljuk. A maradékot 0,5 ml petroléter-éter /1+1/ elegyében oldjuk és az oldat 0,5 és 1,0 l-es részletét kromatografáljuk.

GC paraméterek

Készülék: Jeol JGC 1100

Detektor: lángionizációs /FID/, detektor hőmérséklet: 260 °C

Injektor hőmérséklet: 220 °C

Vivőgáz: nitrogén, V_{N_2} : 38 cm³/perc

Kolonna méret: 3 m x 3,4 mm ID

" töltet: 1,5 % Sp-2250 + 0,95 % Sp-2401

Supelcoport, 100-120 mesh

" hőmérséklet: 120-250 °C, 8 °C/perc

Rekorder: Jeol IR 251A

Papírhaldási sebesség: 10 mm/perc

Integrátor: Digint 21 /Chinoín/

A gázkromatogram értékelése /19. és 20. ábra/

A komponensek azonosítását - rendelkezésünkre álló - mintakromatogram alapján végeztük, százalékos kiértékelésüket területnormalizációval.

Mínthogy az alkalmazott gázkromatográfias körülmények között a sztearin-, olaj- és linolsavak azonos retenciója idővel /1 csúcsban/ jelentkeznek, kvantitatív értékelésük együttesen történt.

Összefoglalva, a vizsgált gombaminták /csiperkegomba és laskagomba/ mindegyike tartalmazta a fenti komponenseket, szinte azonos mennyiségben. A többi gázkromatográfiasan azonosított zsírsavkomponens /linolén-, arachin- és erukasav/ csak néhány %-ban vagy csak nyomon volt kimutatható /45. táblázat/. Ezek alapján elmondhatjuk, hogy a két gombafaj zsírsavösszetételében nincs lényeges különbség.

7.1.3. Illékony vegyületek kimutatása vízgőzzel illó frakcióból

A frakció előállítása és az illókomponensek kimutatása

A gombaminták illókomponenseinek kinyerését hagyományos lezállóhűtővel rendelkező desztillációs készülékben végeztük.

A készülék részei:

1. desztilláló lombik
2. desztilláló feltét /vízpótlás/
3. lezálló golyóshűtők
4. szedő

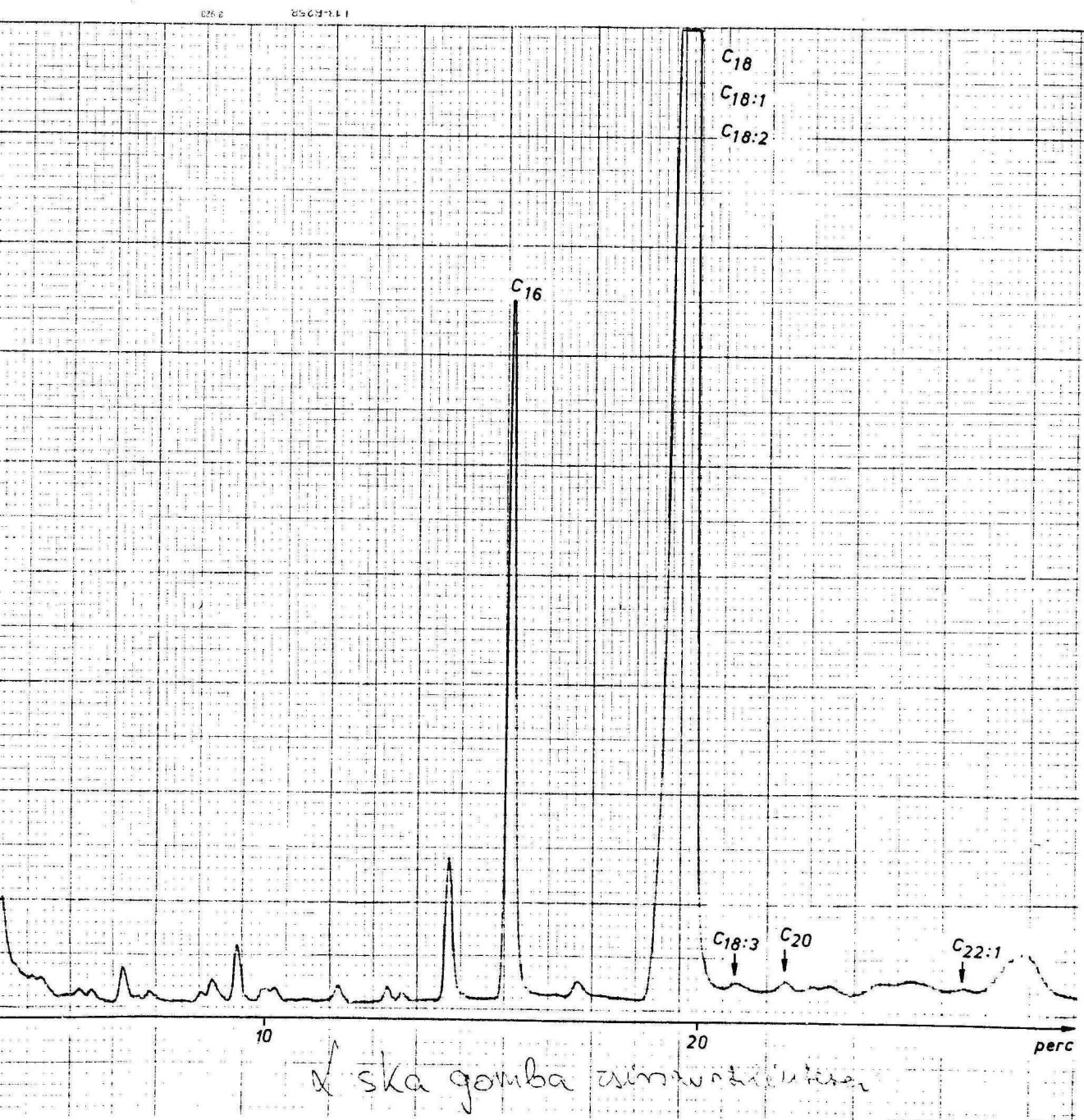
19. ábra

**Agaricus bisporus zsírsav etilészterének
GC-jel**



20. ábra

Pleurotus ostreatus zsírsav etilészterének
GC-je



Zsírsavösszetétel szárazlékos megnevezése
/Agaricus és Pleurotus/

Zsírsavak		Szárazlékos megnevezés	
jel	név	Agaricus bisporus	Pleurotus ostreatus
C ₁₆	palmitinsav-etilészter	17,3	14,9
C ₁₈	sztearinsav-etilészter		
C _{18:1}	olajsav-etilészter	74,4	79,0
C _{18:2}	linolsav-etilészter		
C _{18:3}	linolénsav-etilészter	nyomok	nyomok
C ₂₀	arachánsav-etilészter	1,8	nyomok
C _{22:1}	erukasav-etilészter	nyomok	nyomok

A meghatározáshoz felhasznált friss gomba mennyisége 500 g volt. A desztillálás megkezdése előtt 20-40 ml petrolétert tettünk a szedőbe. A desztillálási idő 2-2,5 óra. Az illókomponenseket tartalmazó desztillátumot - nátriumkloriddal történő kicőzés után - petroléterrel több ízben kicőztük, a szerves fázisokat egyesítettük, nátrium szec.-mal vízmentesítettük, majd az oldatot megszűrtük. Az oldószer 40 °C-on meg nem hálódó hőmérsékletű vízfürdőn ledesztilláltuk és a maradék tömegét meghatároztuk /46. táblázat/.

48. táblázat

Gombák illókomponenseinek mennyisége

Minta	Összillóanyag- tartalom mg/100 g
Csiperkegomba	1,81
Laskagomba	2,05

a/ Az illókomponensek kimutatása vékonyréteg-kromatográfiával

A fenti módon nyert illóolaj komponensek elegyének megfelelő koncentrációra beállított, 96 %-os etanolos oldatát használtuk.

Alkalmazott réteg: szilikagél /Kieselgel 60,
Merck, 0,20 mm/

Kifejlesztő rendszer: benzol:etilacetát 95:5

Fronttávolság: 8-15 cm

Előhívó reagensek: 1. kénsavas vanillin, majd meleg
levegő ráfújás
2. kénsavas DNPH /21. ábra/

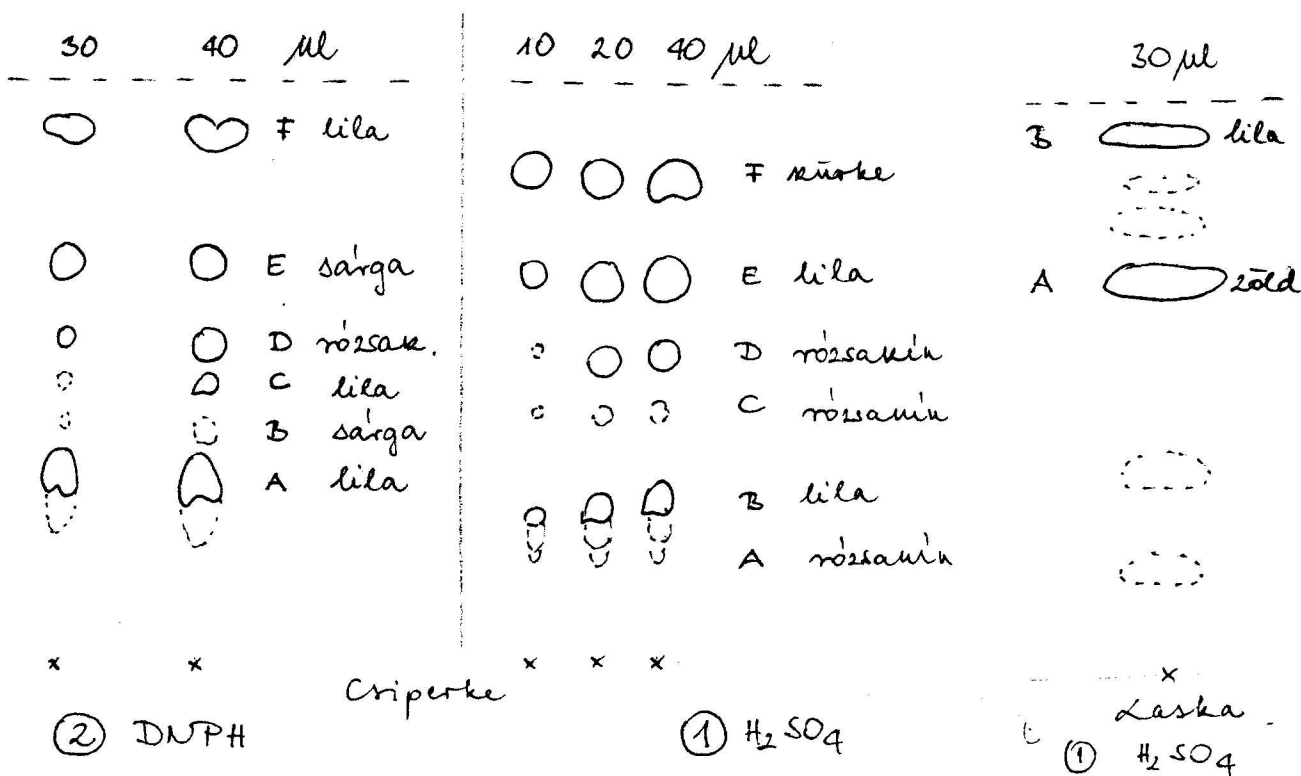
Értékelés

A kétféle gomba illókomponenseinek R_f -értékeit és a komponensek jellemző színét /a kétféle előhívás után/ táblázatba foglaltuk /47. táblázat/. A kromatogramokon és az adatokból jól látszik, hogy a két gomba illókomponenseinek összetételében van különbség. A komponensek azonosítása általában az illóolajokra jellemző tesztanyagok segítségével nem volt megoldható.

A vizsgálat során kapott illókomponensek mennyisége nagyságrendileg megegyezik az irodalmi hivatkozásokban szereplő adatokkal /100 g csiperkében 1,2 mg/ /Bötticher, 1974/. /Ezek az illókomponensek bizonyos mértékben befolyásolják a gyomornedv képzését és az étvágyra is kihatással vannak./

21. ábra

Gomba illókomponenseinek kromatogramja



1. kénsavas vanillines előhívás

2. kénsavas DNPH-s előhívás

47. táblázat

Gombák illókomponenseinek Rf-értékei

Gomba	Rf-érték /kénsavas vanillin/	Szín	Rf-érték /DNPH-s/	Szín
Csiperkegomba /Agaricus bisporus/				
	0,19	A rózsaszín	0,32	A lila
	0,27	B lila	0,40	B sárga
	0,43	C rózsaszín	0,45	C lila
	0,53	D rózsaszín	0,54	D rózsaszín
	0,66	E lila	0,72	E sárga
	0,83	F rózsaszín	0,92	F lila
Laskagomba /Pleurotus ostreatus/				
	0,66	A zöld	0,29	A sárga
	0,93	B lila	0,78	B rózsaszín

b/ Illókomponensek vizsgálata gázkromatográfiával és GC-MS technikával

Az illóolajok vizsgálatára használatos GC paraméterek⁺ mellett készített kromatogramon /22. ábra/ megjelölő komponenseket GC-MS-sel tovább vizsgáltuk.⁺⁺ A tömegspektrumok alapján megállapítottuk, hogy a fragmentáció nem tipikus illóolaj komponensekre jellemző.

GC paraméterek⁺: /PH. Hg. VII./

Készülék: Jeol JGC 1100

Detektor: lángionizációs /FID/, hőmérséklet: 240 °C

⁺⁺ A GC-MS vizsgálatot Héthelyi Imréné végezte Budakalászon a Gyógynövénykutató Intézetben. Köszönetünket a helyen is kifejezzük.

Injektor hőmérséklet: 200 °C
Vivőgáz: nitrogén, V_{N_2} : 32 cm³/perc
Kolonna méret: 3 m x 2,3 mm üvegspirál
" töltet: 3 % OV-17, Gaschrom Q, 100-120 mesh
" hőmérséklet: lineárisan programozott: 60-210 °C,
8 °C/perc

7.2. Szenipoláros frakciók

7.2.1. Alkaloidek ekstrahálása savas és metanoles extraktumokból

Alkaloidek

Az alkaloidek a természetes növényi anyagok igen jelentős csoportját alkotják. Rendkívül változatos összetételük, bioszintézisük és anyagcseréjük miatt körülhatárolásuk nehézségekbe ütközik, de a régi kémiai meghatározás ma is érvényes: nitrogéntartalmú, többnyire alkalikus vegyületek, amelyek a nitrogént döntően heterociklusos gyűrűben tartalmazzák. Az egyéb hasonló szerkezetű vegyületektől erős farmakológiai hatásukkal különböznek. Jelenleg 3 ezernél több növényi alkaloidról van tudomásunk, amelyek főképpen a magasabb rendű növényekben, elsősorban a zárvatermőkben fordulnak elő, de találhatók a gombákban és harasztokban is /Verzárné, 1982/.

Alkaloidek előállítása gombából

A vizsgálat célja:

- extrakció,
- szelektív tisztítás,
- általános és specifikus alkaloid reakciók,
- VRK,

- tesztanyaggal való mennyiségi összevetés segítségével választ adni a következőkre:

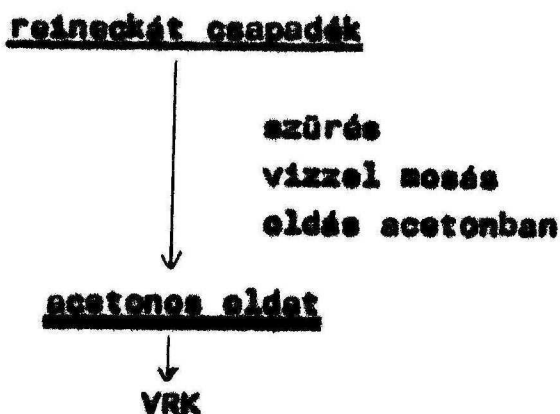
1. tartalmaz-e a minta tercier alkaloidot?
2. tartalmaz-e a minta kvaterner alkaloidot?
3. ajánlható-e a minta további feldolgozása a szkrinelés alapján?

Módszer /23. ábra/

Értékelés

A vékonyréteg-kromatográfias vizsgálat során a szemintában nem találtam tercier alkaloidot.

A kvaterner alkaloidek vizsgálatánál kapott reineckát csapadékot tovább vizsgáltam:



A vékonyrétegre felvitt tűnány acetonos oldat feltétele /a startnál/ 0,1 N AgNO_3 -mal lecsappentettünk, ezzel szabadítjuk fel a komplexből a tercier alkaloidot. Kifejlesztő szerként butanol-jégecet-víz 3:1:1 arányú elegyét alkalmaztuk, majd Dragendorff-reagenssel hívtuk elő.

Alkaloidek előállítása

30 g szárított gombapor

extrakció 2 %-os H_2SO_4

**savas alkaloid kivonat
/felülúszó/**

dregmaradék

általános alkaloid reakciók

20 ml

**10 % NH_4OH /pH 8-9/
extrakció kloroformmal**

kloroformos kivonat

vizes lúgos fázis

**oldószer lepárlása
/40 °C, rotáció
vakuumbepárlás/**

**savanyítás
/pH 1-2/
+ ammónium-
reineckát
reagens**

**kloroformos kiv. maradéka
/oldás 1,0 ml metanolban/**

csapadék

anyalúg

**TERCIER ALKALOIDOK
kimutatása**

**KVATERNER ALKALOIDOK
kimutatása**

VRK

reineckátként

/Kieselgel-G

reagens: Dragendorff

Ce /IV/ szulfát/

A kvaterner vegyületek az előhívó reagensekkel narancs- sárga színnel reagálnak. Az általunk vizsgált minta esetében csak a startpontnál, a felvitel körül tapasztaltunk ilyen színeződést.

7.2.2. Flavonoidok és kumarinok szkrinálása metanolos frakcióból

Flavonoidok és kumarinok

A flavonoidok a növényvilágban igen elterjedt vegyületek. A 2 fenil benzopiron gyűrűrendszer származékai, amelyeknek C_{15} -ös szénváza $C_6-C_3-C_6$ egységet alkotva difenilpropán-derivátumnak fogható fel.

A flavonoidok hatása főleg a szív- és érrendszeri megbetegedésekben jelentős. Számos flavon spazmolitikus hatású, máskor a népgyógyászatból régóta ismert epohajtó és májvédő hatással rendelkeznek /Verzárné, 1982/.

A kumarinok a természetben szabadon és glikozidikus kötésben egyaránt megtalálhatók. Jelenleg 200-féle kumarint ismerünk. Felekezésük gyógyászati felhasználhatóságuk alapján: hidroxí-kumarinok, metoxí-kumarinok, pirano-kumarinok és lehetnek még dikumarolok is. A kumarinok szérítés közben szabaddá válhatnak a növényekben, ilyenkor jellegzetes szénáillatúvá válnak. Változó mennyiségben és minden szervben előfordulnak. Már kis mennyiségben is nagy hatást váltanak ki a növényre, serkenteni tudják például a gyökérképződést, nagyobb koncentrációban a növekedésben regulátor szerepet töltenek be és mutagén hatásuk is van /Verzárné, 1982/.

Flavenoidok előállítása és VRK-s vizsgálata

20 g porított gombamintát 30 percig visszafolyó hűtőben 50 ml metanollal extraháljuk. A kivonatot csökkentett nyomáson bepároljuk, majd 20 ml vizet és 40 ml széntetrakleridot adunk hozzá és 10 percig centrifugáljuk. A felülúszó aliquot részletekből kromatografálunk /Fitekémia, 1985/.

Réteg: szilikagél /Kieselgel 60 F 254,
rétegvastagság 0,20 mm/

Kifejlesztő szerek:

a/ flaven glikozidra: etilacetát-hangyásav-víz 10:2:1

b/ flaven aglikonra és kumarinra: toluol-etilacetát-hangyásav 5:4:0,5

Fronttávolság: 12 cm

Értékelés: UV₃₆₆ fényben előhívás nélkül

Tesztanyagok: Quercetin és Rutin 0,1 %-os metanolos oldata /Petri et al., 1987/

Értékelés

A glikozidos kifejlesztő rendszerben a komponensek gyakorlatilag a fronttal futottak, csak az aglikonos rendszerben kaptunk értékelhető kromatogramot /24. ábra/.

A kromatogramon /24. ábra/ észlelt komponensek R_f -értékeit $/R_{f1}, R_{f2}, R_{f3}/$, valamint kvercetinre vonatkoztatott rel. R_f -értékeit $/R_{x1}, R_{x2}, R_{x3}/$ és a fluoreszcia színét a 48. táblázatban közöljük.

További azonosítás céljából a komponenseket a rétegről eluáljuk és MS módszerrel vizsgáljuk. Az eredmények azt mutatták, hogy a vegyületek - a várttól eltérően - szabad zsírsavak. Ezután elvégeztük a zsírsavak célzott vizsgálatát is metanolos frakcióból.

24. ábra

Aglikonos kifejlesztőrendszerben kapott
kromatogram gombából.



48. táblázat

Aglikonos kifejlesztőrendszerben kapott
komponensek Rf-értékei

Jel	Szin	Rf-érték	Kvercetinre vonatkoztatott rel. Rf-érték
1	kék	0,79	0,58
2	zöld	0,58	0,80
3	kék	0,47	0,97

A kétféle gomba /laska "L" és csiperke "Cs"/ kompo-
nensei gyakorlatilag azonosak.

7.2.3. Szabad zsírsavak kimutatása metanoles frakcióból

20 g peritett gombamintát 30 percig visszafolyó hűtőben 50 ml metanollal extraháljuk. Hűtjük, azürjük, majd vakuumban szárazra pároljuk. A maradékhoz 5 ml 2 N kénsavat adunk, majd 10-10 ml etilacetáttal kizúszuk. Vizzel savmentesre mossuk, vízmentesítjük és csökkentett nyomáson bepároljuk. A maradékot etilacetátba vesszük fel és kromatografáljuk /Fitokémia, 1985/.

A fenti módon előállított elegyben megtaláltunk néhány, a Zsírsavösszetétel vizsgálata című részben /100. oldal/ leírt zsírsavat. Ezen szabad zsírsavak jelenlétét VRK és MS vizsgálatokkal is igazoltuk /17. ábra rétegekromatogram: teluel-etilacetát-hangyasav futtatásban, J₂-del előhiva/.

7.3. Poláris frakciók

Aminosav analízis /lásd a 3. fejezetben/

Szabad cukrok kimutatása vízes-alkoholes frakcióból

Cukrok

A gombák köztudottan szénhidrátokban igen szegények, ezért a korszerű táplálkozásba igen jól beilleszthetők. Nebel 1955-ben vizsgálta a gombákban található szénhidrátokat. Az általa vizsgált gombák CH-tartalmát 1,7-55 %-nak találta szárazanyagra vonatkoztatva /Balázs, 1982/.

Vizsgálataink során a gombaminták szabad cukrok minőségét és mennyiségét állapítottuk meg.

7.3.1. Szabadcukor-tartalom vizsgálata VRK-s módszerrel vizes-alkoholos frakcióból

A minta előkészítése

1 g szárított gombaperhez 10 ml 20 %-os alkoholt adunk, majd 30 percig rázatjuk. Derítés után 25 ml-re egészítjük ki vízzel. A rétegre 2 l-t vittünk fel. Standardként fruktóz, glükóz, szacharóz, maltóz 0,1; 0,05 és 0,02 %-os oldatát használtuk.

Réteg: szilikagél /Kieselgel 60 F 254/
Kifejlesztő szer: acetonitril-víz-butanol 85:15:5
Réteg előhívása: 1,0 g difenilamin, 1,0 ml anilin,
50 ml aceton és 5,0 ml cc. H_3PO_4
/sárgás/ elegyével, majd 105 °C-en
5 percig melegítve.

A cukrok kékeszürke foltként jelennek meg.

Eredmények

A vizsgált mintákban a glükóz mennyisége jelentősebb a többi vizsgált szabad cukorhoz képest. A többi szabad cukor foltja csak nagyon halvány a tesztfoltekhoz képest. Így a 49. táblázatban csak a glükóz értékeket tüntettük fel. A kapott értékek csak tájékoztató jellegűek, mivel a különböző koncentrációban felvitt tesztanyagok foltjaival vetettük össze a gombaminták kapott foltnagyságát.

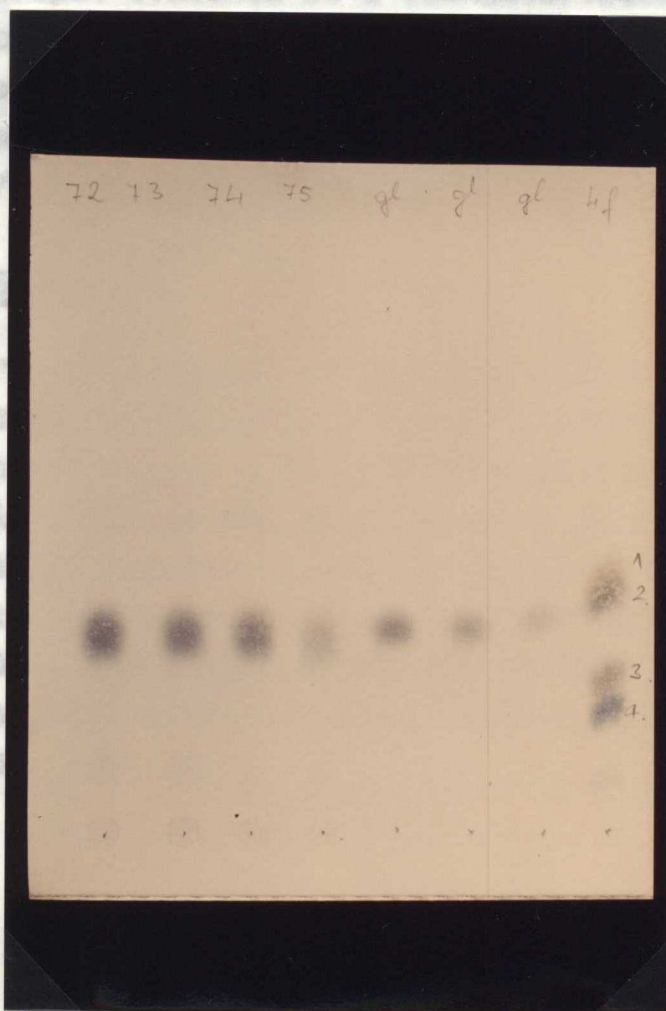
Értékelés

A kapott eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy az egyes fajok és fajták között különbség van a glükóztartalemban. Legnagyobb mennyiségben a *Pleurotus* fajok, a legkisebb mennyiségben az *Agaricus bitorquis* tartalmaz. Ugyanazon faj esetében az eltérő termesztési körülmények nem befolyásolják a glükóztartalom alakulását.

49. táblázat

Különböző gombák cukortartalma

Jel	Gombafaj, illetve fajta		Kb. cukor- tartalom %-ban
7	Ceprinus comatus	/vaden/	0,06
14	Agaricus, Pc ₂	/szalmán/	0,06
35	Pleurotus, H ₇	/szalmán/	0,20
39	Agaricus, D ₁₃	/trágyán/	0,06
41	Poileocybe cubensis	/szalmán/	0,06
42	Lentinus edodes	/fűrészperem/	0,025
45	Pleurotus, Laz	/farönkön/	0,20
57	Agaricus bitorquis	/szalmán/	0,005
67	Agaricus, D ₁₃	/szalmán/	0,03
70	Pleurotus, VL ₆	/szalmán/	0,06
72	Agaricus, Pc ₂	/szalmán/	0,025
73	Agaricus, U ₃	/szalmán/	0,025



25. ábra A minták cukortartalmának VRK-ja

7.3.2. Nyálka előállítása vizes frakcióból

Nyálka

A poliszacharidok jellemző vegyületei közé tartoznak a nyálkák, amelyek különböző cukrokból épülnek fel: arabinóz, xilóz, ramnóz, mannóz, galaktóz, glükóz, fruktóz, galakturonsav, glükuronsav. Sebzés nélkül spontán képződnek. Vakolumokban, illetve a sejtfal középlemezében halmozódnak fel, mint tartalék anyagok, ugyanakkor

fontos szerepet töltenek be a vízháztartásban is. Duzzadóképesek, viszkózus oldatokat tudnak képezni, pufferhatásúak. Alkalmassak a gyomorbéltraktus és légzőszervek gyulladásos nyálkahártyáinak bevonására, illetve kezelésére /Verzárné, 1982/.

Nyálka előállítása

A szárított gombából 10 %-os szuszpenziót készítünk. A szuszpenziót mull-kendőn átfiltráltuk és kézi erővel átpréseltük. A keményítő eltávolítása érdekében centrifugáltuk 15 percig 4500 l/sec-es fordulatszámon. A nyálkoldathoz kb. 3-4-szeres mennyiségű vízmentes alkoholt öntöttünk keverés közben. A kiváló nyálkát 24 óráig ülepítettük, majd a folyadékot dekantáltuk /Verzárné, 1986/. Szobahőmérsékleten kiszárítottuk, majd mértük a tömegét /50. táblázat/.

50. táblázat

A vizsgált gombák nyálkatartalma

Gomba	Bemérés	Nyálka tömege mg-ban	Nyálka- tartalom mg%
Laskagomba /G ₂₄ /	10 g	1,253	12,5
Csiperkegomba /D ₁₃ /	10 g	0,985	9,8
Lentinus edodes	10 g	1,424	14,2

7.3.3. Liofilizátumok előállítása vízes kivonatból

- a/ 1. kivonat: 10 g szárított csiperkegombát /*Agaricus bisporus*, D₁₃/ szobahőmérsékletű desztillált vízben 24 órán át állni hagyunk. Szűrés után az oldatot liofilizáltuk.
2. kivonat: 10 g szárított csiperkegombát /*Agaricus bisporus*, D₁₃/ forró desztillált vízzel 20 percig extraháltuk. Szűrés után liofilizáltuk.
- b/ 1. kivonat: 10 g szárított laskagombát /*Pleurotus ostreatus*, H₇/ szobahőmérsékletű desztillált vízben 24 órán át állni hagyunk. Szűrés után liofilizáltuk.
2. kivonat: 10 g szárított laskagombát /*Pleurotus ostreatus*, H₇/ 20 percig forró vízben extraháltuk. Szűrés után a kivonatot liofilizáltuk.

A liofilizálás paraméterei:

Készülék:	Labor MIM /OE-950 típ./
Előfagyasztás:	-10 °C /a minta stabilizálása/
Vakuum:	10 ⁻¹ mbar
Tálcáfűtés:	50 °C /1 óra; 70 °C/
Anyaghőmérséklet:	40 °C /1 órán át/
Liofilizálási idő:	24 óra

Értékelés

51. táblázat

Gombakivonatok liofilizátumának értékei

Kivonat száma	Bemért minta g	Kapott liofilizált termék tömege g
a/1.	10	2,6596
a/2.	10	0,9313
b/1.	10	1,9615
b/2.	10	0,3577

A kapott kivonatekat farmakológiai szempontból állatkísérletben vizsgáltuk /lásd később, 129. oldal/.

B/ Gombafrakciók biológiai szűrővizsgálata

7.4. Mikrobiológiai, farmakológiai vizsgálatok

7.4.1. Illókomponensek mikrobiológiai tesztelése

Az illókomponensek előállításánál /104. oldal/ leírt módon nyert oldat mikrobiológiai vizsgálatát a VI. Magyar Gyógyszerkönyvben az antibiotikumok értékeléséhez használt Petricészés agargél-diffúziós módszer szerint végeztük.

A módszer leírása

A steril táptalajba a mikroba, illetve gomba leoltása után dugófúróval lyukakat készítettünk, ebbe került a vizsgált gombakivonat, amelyet vízgőzszellőztetéssel nyertünk. Megfelelő inkubációs idő után a lyuk körül keletkezett gátlási zónát pontosan le lehet mérni /Nász, 1982/. /A lyuk átmérője 8 mm volt, amelybe a vizsgált anyagokból 0,1 ml-t mérünk be./ /52. és 53. táblázat/

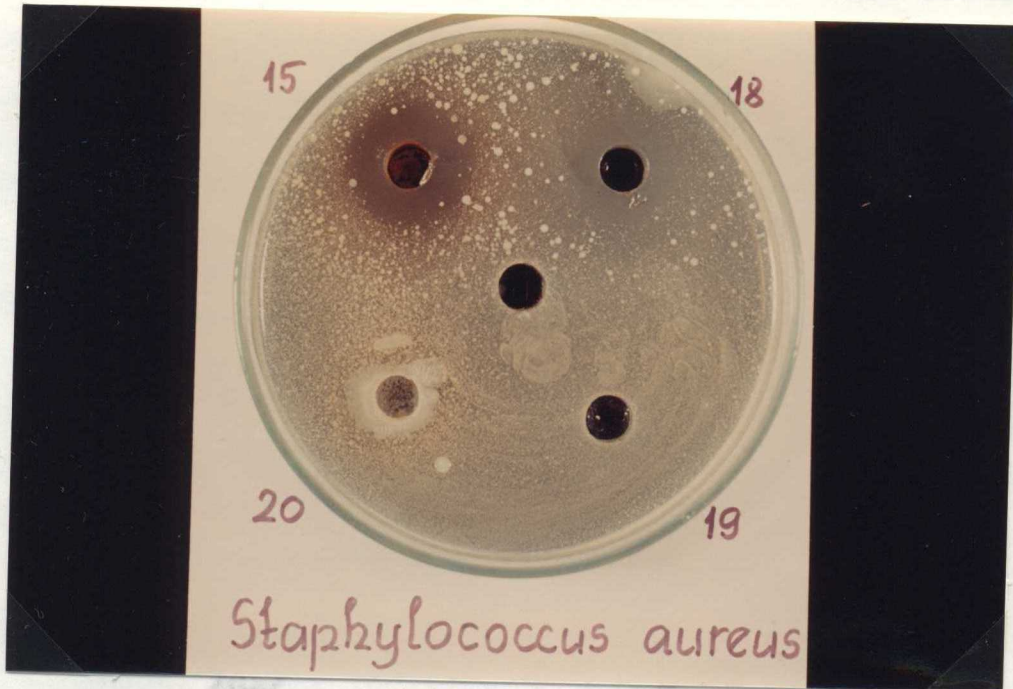
Értékelés

A vizsgált gombakivonatok általában minden törzssel szemben rendelkeznek némi hatással. A G/+/- törzseknél nagyobb gátlási zóna /10-13 cm/ volt tapasztalható, mint a G/-/- törzseknél. Találtunk olyan G/-/- törzset is, a Klebsiella Pneumoniae-t, amelyre egyik gombakivonat sem volt hatással /lásd az 52. táblázatot/.

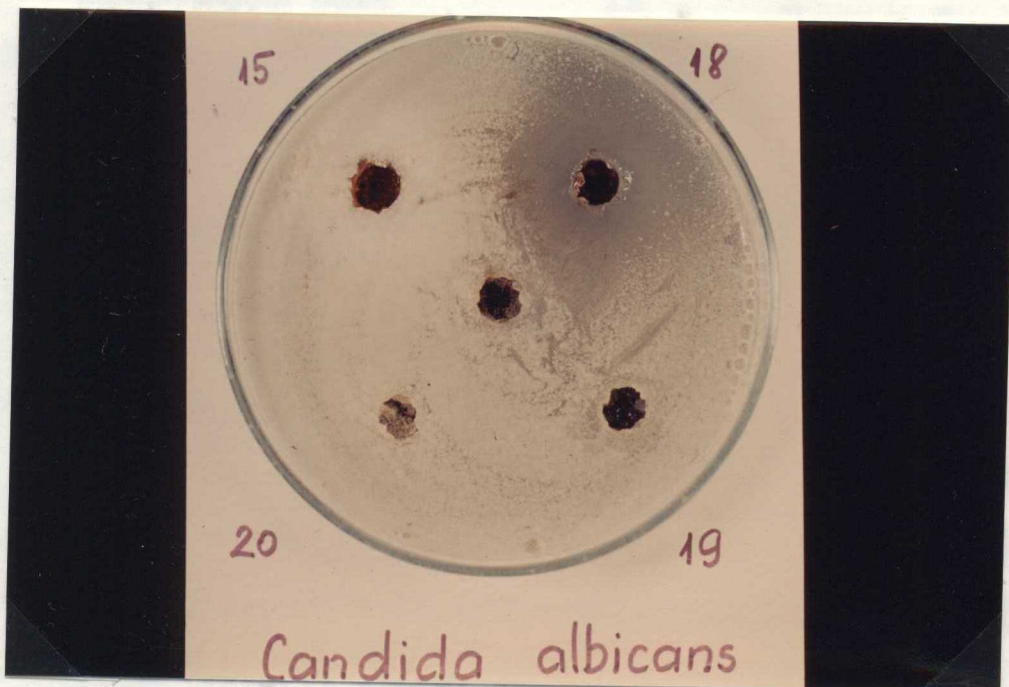
A kísérletek szerint a gombatörzsek fejlődését hatékonyabban gátolják a vizsgált kivonatok, mint a bakteriális törzsekét.

Megjegyzés:

A mikrobiológiai vizsgálatokat az FGYK Mikrobiológiai Laboratóriumában végeztük Kutassyné vezetésével. Köszönetünket azúton is kifejezzük.



26. ábra 1-es gombakivonat G/+/ törzse
kialakult gátlási zónája



27. ábra 1-es gombakivonat gombatörzse
kifejtett hatása

Gombakivonatok hatásosságának ellenőrzése
lyukasztással agardiffúzióval

Alkalmazott törzsek és számuk	Vizsgált ^M anyag	Gátlási zóna mm-ben
Staphylococcus aureus 110003 /G+/ 1	2	10
Staphylococcus aureus 110006 /G+/ 1	2	9
Staphylococcus epidermis 227 /G+/ 1	2	11
Streptococcus faecalis /G+/ 1	2	11
Bacillus subtilis 10008 /G+/ 1	2	13
Escherichia coli 33001 /G-/ 1	2	12
Klebsiella pneumoniae 62001 /G-/ 1	2	-
Pseudomonas aeruginosa /G-/ 1	2	11
Aspergillus niger /gomba/ 1	2	18
Candida albicans 63/10 /gomba/ 1	2	22
Trychophyton mentha- grophytes 1	2	20

^M 1 vizsgált anyag: csiperkegomba kivonat

2 vizsgált anyag: laskagomba kivonat

53. táblázat

Három különböző gombakivonat
mikrobiológiai hatékonyságának összehasonlítása

Alkalmazott törzsek és számuk	A vizsgált anyagok ^M gátlási zónája mm-ben		
	1	2	3
<i>Staphylococcus aureus</i> 110003 /G+/ 110006 /G+/ <i>Streptococcus faecalis</i> /G+/ <i>Escherichia coli</i> 33001 /G-/ <i>Klebsiella pneumoniae</i> 52001 /G-/ <i>Pseudomonas aeruginosa</i> 170001 /G-/ <i>Pseudomonas aeruginosa</i> /G-/	10 9 9 13 10 14 9-10	10 9 9 - - 12 -	10 9 9 - - 13 -

^M 1 vizsgált minta: csiperkegomba kivonat /alkehelban/

2 vizsgált minta: Lentinus " "

3 vizsgált minta: laska " "

7.4.2. Liofilizátumok farmakológiai vizsgálata

A liofilizátumok előállítása című részben leírt 4-féle kivonat farmakológiai tesztelését végeztük el.

A négyféle kivonat közül az a/l. kivonat mutatott csak hatást /*Agaricus bisporus* hidegvizes kivonata/.

A kísérlet során 10 egérnek⁺ 1 mg/teszt súly kg mennyiségben intraperitoneálisan 7 napon keresztül adagolták a kivonatot. A 10 egér közül 9-ben befolyásolta a kivonat a daganat fejlődését.

Ez a kísérlet még nem elegendő ahhoz, hogy következtetéseket vonjunk le, de további kísérletek folynak. Kecskeméten egy kutatócsoport /orvos, gyógyszerész, vegyész, mezőgazdász/ újabb kísérleteket végez daganatos kutyákon és egereken. Biztató eredmények vannak már eddig is, de ezek a vizsgálatok igen időigényesek, így eredményeinkről csak a későbbiekben tudunk beszámolni.

7.5. Összefoglalás, értékelés

A fitokémiai vizsgálatok során egy alapos, szinte minden vegyületcsoportra kiterjedő szűrővizsgálat-sorozatot végeztem el abból a megfontolásból, hogy ilyen jellegű kísérleteket /fitokémiai és biológiai szűrővizsgálatokat/ tudományosan szerint termesztett gombákkal kapcsolatban még nem végeztek hazánkban. Kísérleteink sikeresnek mondhatók, mivel sikerült néhány, az irodalom szerint a gombákban található vegyületet azonosítani, illetve mennyiségileg is meghatározni /zsírsavak, illókomponensek, cukrok/, a néhány új, a szakirodalomban nem említett

⁺ A vizsgálatokat Lapis professzor intézetében /SOTE/ végeztük. Segítségükért e helyen is szeretnénk köszönetet mondani.

vegyületet β -szitoszterol, különböző tokoferolek, nyálka/, valamint a gombákban már ismert vegyületeinek még nem tisztázott biológiai hatását /illókomponensek mikrobiológiai, baktériumok elleni hatását, valamint a gombák vízeskivonatának farmakológiai hatását daganatos egerekre/ is kimutatni.

A terpének közül az E-vitamin mennyiségi meghatározása előtt egy viszonylag gyors és megbízható vékonyréteg-kromatográfiás eljárással sikerült a gombákban található tokoferolekat és tokoferol származékokat elválasztani és jellemző Rf-értékeik alapján azonosítani. Erről, hogy a gombák nemcsak tokoferolt, hanem annak származékait is tartalmaznak, az ideig nem találtam utalást a szakirodalomban.

A szterásvázis vegyületek közül a gombamintában sikerült β -szitoszterolt azonosítani, amelyről eddig főleg csak a gyapotszalmákban, búzacsiracsalajban volt tudásunk. Így a gombákban a szterásvázis vegyületek között a D-vitamin, illetve annak előanyaga, az ergoszterin mellett a -szitoszterol is gazdagítja a gombák beltartalmi értékét.

A zsírsavak, illetve zsírsavak jelenlétéről a gombákban az irodalomban találtunk utalást, de mennyiségi értékeiket csak többé-kevésbé becsülték. Kísérleteink során az *Agaricus bisporus* és a *Pleurotus ostreatus* a hazánkban két legjobban ismert és legnagyobb mennyiségben termesztett gomba zsírsavösszetételének minőségi és mennyiségi azonosítását VRK-s, illetve GC módszerrel végeztük el, s ezzel pontos adatokat szolgáltatva a témával foglalkozók számára.

A gombák vizsgálható illékony vegyületeinek frakcióját GC-Ms technikával és gázkromatográfiával vizsgálva megállapítottuk, hogy a fragmentáció nem tipikus illóelaj

komponensekre jellemző, de rendelkezik bizonyos baktériumellenes hatással, melyet mikrobiológiai tesztekkel állapítottunk meg.

Mint köztudott, a gombák cukortartalma igen csekély, kísérleteink során ezt igazolni tudtuk. Több mint 5 faj, illetve 8 fajta cukortartalmát vizsgáltuk az eltérő termesztési körülmények függvényében, s a kapott eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy ezek nem befolyásolják a glükóztartalom alakulását.

Végül a vizes gombakivonatok /lío-filizált/ farmakológiai tesztelését végeztük el degenatos egereken, s ezek a próbálkozások igen biztatónak tűnnek, azonban még nem elegendők végső következtetések levonásához, de orvos vezetésével egy kutatócsoport további kísérletet folytat, s eredményeinkről a későbbiek folyamán fogunk beszámolni.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatómunkánk a termesztett gombák hatóanyagainak /élelmezési és gyógyászati/ vizsgálatára terjedt ki. A vizsgálatok kapcsán sikerült a ma Magyarországon és részben külföldön termesztett fajok közötti értékkülönbségeket vizsgálnunk. Így választ kaptunk bizonyos hatóanyagok vonatkozásában a termesztett fajok közötti különbségekre.

Vizsgálatunk másik alapvető célja volt, hogy a ma elterjedt, továbbá terjedésben lévő termesztési technológiák hatását vizsgáljam a beltartalom alakulására. A kutatások eredményeit igyekeztünk összehasonlítani az eddig megjelent publikációkkal, és így arra is választ kaphattunk, hogy a jelenleg termesztett fajok és fajták, továbbá a jelenleg alkalmazott termesztési eljárások a korábbiakhoz viszonyítva milyen beltartalmi eltéréseket eredményeznek.

A vizsgálatokhoz felhasznált fajok, illetve fajták:

Fajok	Fajták, illetve törzsek
Agaricus bisporus	U ₁ holland fajta D ₁₃ magyar fajta Pc ₂ magyar fajta
Agaricus bitorquis	K _{bt} magyar fajta
Pleurotus ostreatus	H ₇ magyar fajta G ₂₄ magyar fajta L _{ez} téli fajta
Coprinus comatus	magyar törzs
Lentinus edodes	LEM külföldi törzs
Stropharia rugoso-annulata	Gelb fajta

1. Vitaminok

A vizsgált fajok, fajták és hibridek vitamintartalmában eltérések adódnak mind a három vitaminfőlésegre - C, D, E - vonatkoztatva, de valamennyi fajban a vizsgált vitaminok megtalálhatók.

A C-vitamin az ingadozásoktól eltekintve a gombákban megközelíti a zöldeőgnövényekben mért C-vitamin tartalmát. Ez azért meglepő, mert az irodalmi hivatkozások ennél lényegesen kisebb C-vitamin tartalmat jeleznek. Összehasonlítási alapul azonban vizsgálataink helyességére azt tudom bizonyítékként felhozni, hogy a gombák C-vitamin tartalmát ugyanazzal a módszerrel mértük, mint az a zöldeőgféléknél /paprika, paradicsom, dinnye, uborka stb./ szokásos. A vizsgált gombamintákban a zöldeőgféléknél alkalmazott módszerrel kimutatott C-vitamin tartalom minden tekintetben egyezik a hazai más intézményekben mért adatokkal, és ugyancsak egyezik - a fajtától eltérően - a külföldön publikált C-vitamin értékekkel. Ugyanezzel a módszerrel mérve a gombák C-vitamin tartalmát, átlagosan mintegy 30 mg/100 g vitamint tartalmaznak. A vizsgált fajok közül a mért átlagnál nagyobb C-vitamin tartalom az *Agaricus bitorquis* és a *Coprinus comatus* fajokban található.

A kalap C-vitamin tartalma átlagosan kétszerese a tönkének, esetenként még ennél is több.

A különböző táptalajok hatása a C-vitamin tartalom alakulására nem játszik lényeges szerepet.

A C-vitamin tartalom tehát jelentős a vizsgált gombákban és annak mennyiségére vizsgálataink szerint a táptalajnak nincs különösebb befolyása. Megállapítható kérdéseinkből, hogy a C-vitamin tartalom fajhoz kötött genetikai sajátosság.

A D-vitamint, illetve annak previtaminját a vizsgált gombák mindegyike tartalmazza. Ez a vizsgált mintákban olyan mennyiségű, hogy rendszeres gombafogyasztást feltételezve a szervezet D-vitamin szükséglete biztosítható.

A vizsgált fajok közül a *Stropharia* sp. tartalmazza a legtöbb D-vitamint, de az *Agaricus* sp. és a *Pleurotus*-ok is bőven tartalmaznak D-vitamin previtamint. A fajták közül is különösen kitűnik magas D-vitamin tartalmával a Pe_2 barna színű *Agaricus* fajta.

A D-vitamin fény hatására egy órányi besugárzás esetén 2-3-szorosára növekszik. További megvilágítás már nem növeli a vitamintartalmat, sőt csökkenti azt.

Az E-vitamint - amelynek szerepe a szervezet számára nem teljesen tisztázott - legnagyobb mennyiségben a *Len-tinus edodes* tartalmazza. Sok fordul elő a különböző *Pleurotus*-okban is. A vizsgált fajok kivétel nélkül tartalmaznak E-vitamint.

2. Fehérje- és aminosavtartalom

A gombák táplálkozási értékét leginkább az aminosav-tartalmuk határozza meg.

Az egyes fajok között - és ez vonatkozik a fajtákra és hibridekre is - az aminosavak összetételében nincsen lényeges különbség. Az *Agaricus bitorquis* lehet kivétel a megállapítás elől, melynek aminosavtartalma az átlagosnál lényegesen alacsonyabb.

Méréseink egyértelműen bizonyították, hogy az aminosavtartalom alakulására a táptalajoknak van befolyása. Az aminosavak többsége, így az esszenciális aminosavak is a hagyományos táptalajon /trágyából készített komposzt/ kisebb mennyiségben képződnek, mint az újabban kikísérle-

tezett "univerzális" táptalajon, mely tulajdonképpen natúr gabonaszalma megfelelő előkészítéssel.

Az aminosavtartalom alakulására a termőtestek korának nincs különösebb hatása. Ugyanakkor az is megállapítható, hogy van bizonyos különbség a vaden termő és a termesztett gombák között, mégpedig az utóbbiak javára. Ez a megállapítás csak fokozza a gombatermesztés további jelentőségét.

Triptofántartalom. Végezettül, mint a gyógyászatban leginkább jelenleg számításba jöhető anyagnak, a triptofánnak a meghatározásával foglalkoztam. A mérések kapcsán azt tapasztaltam, hogy a gombákban általában nem fordul elő több triptofán, mint a komplett fehérjéket tartalmazó táplálékokban. Felmerülhet az a kérdés, hogy a triptofántartalomra vonatkozóan a gombanemesítéssel kiugró értékű hibridek vagy fajták előállításának lehetséges. Bötticher /1974/ az *Agaricus bisporus*-ban a szokvány triptofántartalomhoz képest igen magas értéket közöl.

3. Ásványi elemek

Méréseink során 24 ásványi elemet vizsgáltunk, és megállapítható, hogy a zöldségfélékhez viszonyítottnak a gombákban jelentősen kisebb mennyiségben fordulnak elő.

A vizsgálatok kimutatták, hogy a vaden termő gombákban általában több az ásványi elem, ez mind mennyiségileg, mind minőségileg kimutatható.

Lényeges terület volt vizsgálódásunknak a káros nehézfémek előfordulása mind a termesztett, mind a vaden termő gombákban. Megállapítható, hogy a káros kadmium-, higany- és ólomtartalom a vaden termő gombákban lényegesen nagyobb, mint a termesztettekben. Egyes esetekben ugyanazon környezetben fejlődve is a megengedettnél több a kadmium- és az ólomtartalom. A *Coprinus* sp.-ben a hi-

gany kb. ötször, a *Pleurotus*okban közel háromszor több, mint a termesztésből származó termésekben. A kadmiumtartalom a *Coprinus* sp. esetében 27-szer több a szabadban képződött termőtestekben.

A vizsgálatok eredményei azt igazolják - és erre már az irodalmi hivatkozások is utalnak -, hogy a nehézfém-tartalom miatt egyre inkább a termesztett gombákat kell vagy szabad fogyasztani, bennük ugyanis egyetlen esetben sem találtunk a küszöbértéket megközelítő mennyiségű káros nehézfémeket.

4. Nitráttartalom

Vizsgáltuk a zöldségféléknél manapság nagy gondot jelentő nitráttartalom alakulását mind a termesztett, mind a vadon előforduló gombákban. A termesztett gombák nitráttartalma jóval a megengedett határérték alatt van /zöldségnövényeknél ez az érték 200 mg/kg, míg a gombákban átlagosan kb. 10 mg/kg/. Ez a megállapítás egyaránt vonatkozik az *Agaricus*, a *Lentinus* és a *Pleurotus* fajokra. Ez a termesztett gombának nagy előnye, mert a zöldségfélék jelentős része jóval több, esetenként a megengedettnél nagyobb mennyiségű nitrátot tartalmaz.

A tapasztalatok alapján a jövőben célszerű megvizsgálni, hogy "nitrátos" vízzel nedvesített táptalajon, melyet később szintén ilyen vízzel kezelnek, öntöznek, vajon hogyan alakul a nitráttartalom.

5. Fitokémiai vizsgálatok

A fitokémiai vizsgálatokkal minden vegyületcsoportra kiterjedő azürővizsgálat-sorozatot végeztünk. A rendelkezésre álló hazai és nemzetközi irodalomban, legalábbis a termesztett gombákra ilyen jellegű vizsgálatokat eddig

még nem végeztek. Vizsgálatainkkal sikerült több olyan vegyületet azonosítani, illetve egyes zsírsavakat, illókomponenseket és cukrokat mennyiségileg is meghatározni, melyeket eddig még másutt nem mutattak ki. Ezeknek a vizsgálatoknak a kapcsán sikerült β -szitoszterolt, továbbá különböző tokoferolekat és nyálkát kimutatni.

Elvégeztük az illókomponensek mikrobiológiai vizsgálatát, továbbá a gombák vízes kivonatát farmakológiai-lag is vizsgáltuk. Vékonyréteg-kromatográfiás eljárással a gombákban található tokoferolekat és tokoferol származékokat el tudtuk választani és azonosítani. Sikerült tisztázni - ami eddig az irodalom szerint még nem sikerült -, hogy a gombák nemcsak tokoferolt, hanem annak származékait is tartalmazzák.

A gombamintákban sikerült a β -szitoszterolt azonosítani, amelyről eddig főleg csak a gyapetmagvakban, a búzacsíraelajban volt tudásunk, s amely igen fontos szerepet játszik a vérkeleszterin-szint csökkentésében. A szteránszármazékok között a D-vitamin, illetve annak előanyaga, az ergoszterin mellett a β -szitoszterol is gazdagítja a gombák beltartalmi értékét.

Az *Agaricus bisporus*-ban és a *Pleurotus ostreatus*-ban sikerült a zsírsavösszetétel minőségét és mennyiségét is meghatározni. Eddig ugyanis a vizsgálatok csak többé-kevésbé becslött adatokat tartalmaztak.

A vízgőzdesztillációval nyert illóelaj komponensek bizonyos baktériumellenes hatással rendelkeznek; ezeket mikrobiológiai teszteléssel állapítottuk meg.

A gombák cukortartalma csekély. A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy az eltérő termesztési körülmények nem befolyásolják a glükóztartalom alakulását.

Farmakológiai tesztelést végeztünk daganatos egereken, s ezek a próbálkozások biztatónak tűnnek, de végső következtetések levonásához egyelőre még nem elegendők.

6. A gombák gyógyászati vonatkozásai

A gombák gyógyászati vonatkozású irodalmát áttekintve igyekeztünk a legújabb használható adatokat összegezni. A rendelkezésre álló irodalom alapján megállapítható, hogy legnagyobb jelentőségük a tumorgátló, illetve vérkoleszterinszint-csökkentő hatásukban van. A terápiás felhasználásra Japánban és Kínában már sor került. Feltételezhető, hogy a sejtmembránok és a gombák sajátos poliszacharidjai kerülnek kölcsönhatásba egymással, és így alakul ki a kedvező immunbiológiai állapot.

A tumorgátló, valamint a koleszterinszint-csökkentő hatás mellett az irodalmi adatok egyértelműen utalnak antimikrobiális és immunstimuláns hatásokra is és a vércukorszintre gyakorolt kedvező hatásra. Ilyen vonatkozásban elsősorban a tintagombáknak van jelentősége és a triptofánnak, amely valamennyi faj és fajta jellemző aminosavja, ez alvászavarokban, továbbá a Parkinson-kór egyes eseteiben és fájdalomcsillapításban szerepelhet eredményesen. Az NSZK-ban már forgalomba került egy L-triptofán tartalmú gyógyszer.

9. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Kisebb ingadozásokkal C-vitamint valamennyi faj, fajta és hibrid egyaránt tartalmaz. Az átlagos C-vitamin érték 30 mg/100 g, ami felér az átlagos zöldség C-vitamin tartalommal.

A kalap C-vitamin tartalma általában kétszerese a tönkének.

A táptalaj minősége, összetétele nem befolyásolja az egyes fajok C-vitamin tartalmát. Azt tapasztaltuk, hogy a C-vitamin mennyisége az egyes fajok genetikai sajátossága.

2. D-vitamint, illetve annak provitaminját a termesztettek és vaden előfordulók egyaránt tartalmazznak, a rendezeres gombafogyasztással a szervezet D-vitamin igénye kielégíthető. A fajok közül a *Stropharia*, az *Agaricus bisporus* és a *Pleurotus*ok egyaránt bővelkednek ergoszterinben.

A D-vitamin tartalom 1 órás UV besugárzás hatására 2-3-szorosára növekedhet. További megvilágítás inkább csökkenti a D-vitamin tartalmat.

3. E-vitamint valamennyi faj tartalmaz. A táptalaj az E-vitamin mennyiségét nem befolyásolja.

4. Az aminosavak, így az esszenciálisak is egyaránt jelentős, de nem kiugró mennyiségben fordulnak elő valamennyi gombafajban. A fajok között mennyiségben lényeges különbség nincsen. A táptalajnak viszont nagy befolyása van az aminosavtartalom alakulására. A hagyományos komposzton termelt termésekben kevesebb

aminosav képződik, mint a most bevezetésre került szalma táptalajon.

A termőtestek kora nem okoz eltérést az aminosavak mennyiségének alakulásában. A termesztett gombákban több aminosav képződik, mint a vadon termőkben, ez is a termesztés fejlesztését indokolja.

5. A gombákban a zöldségfélékhez képest az ásványi anyagok mennyisége kisebb. A káros nehézfém-tartalom a termesztett gombákban egészen minimális. A szabadban termő vagy vadon előforduló termésekben a kadmium-, ólom- és higanytartalom esetenként túl is lépi a megengedett küszöbértéket. A Coprinusban a higany öt-ezör, a Pleuretusokban háromszor több, ha azok szabadban fejlődtek. A kadmium a Coprinus fajokban szabadban fejlődve 27-ezer több, mint a termesztésből származó termésekben.
6. Az NO_3 -tartalom jóval a megengedett határérték alatt van a gombákban. A fajok között lényeges különbség nincsen. Az átlag érték 10 mg/kg, míg a zöldségnövényeknél ez az érték 200 mg/kg.
7. A fitokémiai vizsgálatokkal sikerült β -szitoszterolt - amely a vérkoleszterin-szint csökkentésében játszik fontos szerepet -, tokoferolekat és nyálkát kimutatni.
8. A gombák illókomponenseinek daganatellenes hatása is kimutatható volt állatkísérletekben, valamint megállapítottuk, hogy az illókomponenseknek bizonyos baktériumellenes hatásuk is van. Először tudtuk mérésünk alapján publikálni, hogy a szterásvázis vegyületek között D-vitamin, ergoszterin mellett β -szitoszterol is található.

9. Meg tudtuk határozni a *Pleurotus ostreatus* zsírsav-összetételének minőségét és mennyiségét.
10. A gombák cukortartalma kevés, és az eltérő körülmények között fejlődő termékek a glükóztartalom alakulását nem befolyásolják.
11. A triptofán mennyiségére vonatkozóan kapott mérési értékeink kisebbek, mint Bötticher /1974/ adatai. A gombákban előforduló triptofán mennyisége méréseink szerint hozzávetőlegesen azonos az állati termékekben előforduló triptofán mennyiségével.

10. IRODALOM

- Albrecht, W. /1978/: Schwermetallkontaminierter Müllkompost als Substrat im Champignonbau ungeeignet? Mitteilungen der Versuchsanstalt für Pilzenbau der Landwirtschaftskammer Rheinland in Krefeld-Großhüttenhof. 2:35-39.
- Balázs S. /1982/: Termesztett gombáink. Budapest. Akadémiai K. 363 p.
- Bálint P. /1979/: Orvosi élektan. 1-2. köt. Budapest. Medicina. 861 p.
- Biró Gy. - Lindner K. /szerk./ /1988/: Tápanyagtáblázat. Budapest. Medicina. 259 p.
- Bohus G. - Koronczy I-né - Uzonyi S-né /1961/: A termesztett csiperke *Pleurotus bispora* /Lange/Treschow/. Magyarország Kultúrflórája. I. köt. 11. f. Budapest. Akadémiai K. 162 p.
- Bötticher, W. /1974/: Technologie der Pilzverwertung. München. Verlag Ulmer. 208 p.
- Chang, S.T. - Hayes, W.A. /1978/: The biology and cultivation of edible mushrooms. New York, San Francisco, London. Academic Press. 819 p.
- Chibata, I. et al. /1969/: Lentinacin: A new hypocholesteremic substance in *Lentinus edodes*. *Experientiae*. 25:1237-1238.
- Eden, J. /1988/: Shiitake, der Pilz mit der lebensverlängernden Wirkung? Der Champignon. 28.318: 10-11.

- Elődi P. /1981/: *Biológia*. Budapest. Akadémiai K. 935 p.
- Giacomini, V. /1957/: *I funghi nell'alimentazione*.
Part II. *Sci. Aliment.* 3:103-108.
- Ginterova, A. - Lazareva, A. /1978/: Amino acid composition of wood-rotting fungi /*Pleurotus*/ and total amino acid balance of the cultivating system. *Food Chemistry*. 23:35-41.
- Gombkötő G. - Sajgó M. /1985/: *Biológia*. Budapest. Mezőgazd. K. 501 p.
- Hamuro, K. - Maeda, Y. - Fukuoka, F. - Chihara, G. /1974/: Antitumor polysaccharides, lentinan and pachymaran as immunopotentiators. *Mushroom Science*. 9:477-487.
- Hartwell, J.L. /1971/: Plants used against cancer. A survey. *Lloydia*. 34:386-437.
- Hänsel, R. /1984/: Traditionelle Reizkörpertherapie, gesehen als Immunstimulation. *Deutsche Apotheker Z.* 124:54-59.
- Hermann, H. /1962/: Cortinellin, ein antibiotisch wirksam Substanz aus *Cortinellus shiitake*. *Naturwissenschaften*. 49:542.
- Ikekawa, T. - Uehara, N. - Maeda, Y. - Nakanishi, M. - Fukuoka, F. /1969/: Antitumor activity of aqueous extracts of some edible mushrooms. *Cancer Res.* 29:734-735.
- Junshan, Y. - Yuen, C. - Xiaozhang, F. - Deguan, Y. - Xiaotien, L. /1984/: Chemical constituents of *Armillaria mellea* mycelium I. Isolation and characterization of armillaridin and armillaridin. *Planta Medica*. 51:288-290.

- Kédas L. /1976/: Hazai zöldségfélék nitráttartalma.
Élelmiszervizsgálati Közlemények. 22:346-349.
- Kaneda, T. - Tokuda, S. /1966/: Effect of various mushroom preparations on cholesterol levels in rats. Journal of Nutrition. 90:371-376.
- Knoll J. /1983/: Gyógyszertan I-II. köt. Budapest. Medicina. 1128 p.
- Kress, M. /1986/: Nahrwert und Bedeutung der Kulturspeisepilze in der modernen Ernährung. Der Champignon. 26.299:20-33.
- Larousse, J. /1987/: Probleme nach der Ernte und Konservierungstechniken beim Champignon. Der Champignon. 309.27:26-35.
- Lindnorné Szetyori K. - Gergely A. /1978/: A magyar lakosság néhány fontosabb nyomelem ellátottságáról. Élelmiszervizsgálati Közlemények. 24:179-186.
- Mizuno, T. - Ohsawa, K. - Hagiwara, N. - Kuboyama, R. /1986/: Fractionation and characterization of antitumor polysaccharides from Maitake, Grifola frondosa. Agr. Biol. Chem. 50:1679.
- Olah, Gy.M. /1981/: A new way to grow edible mushroom /White pleurotus/. Les Press de l'Université Laval, Quebec.
- Petri G. - Kéri Á. - Lemberkevicz É. /1987/: Komplex növényi készítmények, paramedicamentumok standardizálásának műszerei lehetőségei. Acta Pharmaceutica Hungarica. 57:111-132.

Ransbetton, J. /1953/: Mushrooms and toadstools.

Proc. Nutr. Soc. 12:39-44.

Rimóczi J. /1987/: Az óriás pófateg domesztikációjára
irányuló biológiai kutatások. Dissz. Budapest.

Sasaki, T. - Takasuki, N. /1976/: Further study of the
structure of lentinan, an antitumor poly-
saccharide from *Lentinus edodes*. Carbohydr.
Res. 47:99-107.

Schmidt, E. /1985/: Kaum Nitrit und Nitrat in Kultur-
champignons. Der Champignon. 189:11.

Schuphan, W. /1948/: Gemüsebau auf ernährungswissen-
schaftlicher Grundlage. Hamburg.

Seelkopf, C. - Schuster, H. /1957/: Qualitative und
quantitative Aminosäurenbestimmung an einigen
wichtigen Speisepilzen. Z. Lebensmittel-
-Unters. u. -Forsch. 106:117-127.

Seeger, R. /1985/: Schwermetalle in Pilzen. Zeitschrift
für Pilzfreunde. 1:39-42.

Simandl, J. - Franc, J. /1956/: Isolation of tetraethyl-
thiuram disulfide from *Coprinus atramentarius*.
Chem. Hsty. 50:1862-1863.

Souci - Fachmann - Kraut - Besch /1962-1969/: Die
Zusammensetzung der Lebensmittel. 1-3. Lfg.
Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft,
Stuttgart. Ergänzung 1973.

Suginori, T. - Oyama, Y. - Omichi, T. /1971/: Studies
on basidiomycetes. 1. Productions of mycelium
and fruiting body from noncarbohydrate organic
substances. J. Ferment. Technol. 49:435-446.

- Surinrut, P. - Julshamh, K. - Njaa, L.R. /1987/: Protein, amino acids and some major and trace elements in Thai and Norwegian mushrooms. *Qualitas Plantarum Plant Foods for Human Nutrition*. 37.2:117-125.
- Suzuki, S. - Onshima, S. /1974/: Influence of shii-ta-ke /*Lentinus edodes*/ on human serum cholesterol. *Mushroom Science*. 9:463-467.
- Szántóné Németh E. /1979/: Vitamin meghatározási eljárások természetes anyagokban. Budapest. MÉTE.
- Takashima, K. - Sato, C. - Sasaki, Y. - Morita, T. - Takeyama, S. /1974/: Effect of eritadenine on cholesterol metabolism in the rat. *Bioch. Pharm.* 23:433-438.
- Terbe I. - Patócs I. - Zsoldos L. /1986/: Zöldségnövények nitráttartalma. *Hajtás, Kori Termesztés*. 18.4:10-12.
- Tokuda, S. - Suzuki, S. - Kaneda, T. /1976/: Reducing mechanism of plasma cholesterol by shii-ta-ke mushroom /IV/. /Trace of 14 Eritadenine in Rats Body/ *J. of Jap. Soc. of Food and Nutrition*. 29:95-101.
- Törley D. /1979/: Élelmiszerek kémiaja és minősítése. Budapest. Tankönyvkiadó. 225 p.
- Yoshioka, Y. - Emori, M. - Ikekawa, T. - Fukuoka, F. /1975/: Isolation, purification and structure of components from acidic polysaccharides of *Pleurotus ostreatus*. *Carbohydr. Res.* 43:305-320.

- Yoshioka, Y. - Tabeta, R. - Saito, H. - Uehara, N. - Fukuoka, F. /1985/: Antitumor polysaccharides from *P. ostreatus*. Isolation and structure of a β -glucan. Carbohydrate Research. 140:93-100.
- Vasas G. /1986/: Néhány ehető gomba mikroelem-tartalma. Mikológiai Közlemények. 2/3:125-131.
- Vass A. - Tölgyesi Gy. /1979/: Gombák, fák, cserjék, valamint légyszárú növények ásványianyag-tartalma. Botanikai Közlemények. 66:291-298.
- Verzárné Petri G. /1982/: Farmakognózia. Budapest. Medicina. 361 p.
- Verzárné Petri G. /1985/: Fitekémia. Drogok hatóanyagainak kémiai vizsgálata. Budapest. Medicina. Kiegészítő jegyzet.
- Vetter J. /1987/: Magasabbrendű gombák ásványianyag-tartalmának vizsgálata. Mikológiai Közlemények. 2/3:125-150.
- Vogel, F.S. - Sharen, M.D. - Garry, J. - Kemper, L. - Graham, D. /1974/: Bacteriocidal properties of a class of quineid compounds related to sporulation in the mushroom, *Agaricus bisporus*. American Journal of Pathology. 76:165-174.
- Wagner, H. /1980/: Pharmazeutische Biologie 2. 2. Drogen und ihre Inhaltsstoffe. Stuttgart - New York. Fischer Verlag.
- Wang et al. /1984/: Effect of *Lentinus edodes* polysaccharides on some serum globulins in mice. Nanjing Daxue X nebao. 20:723-726.

- Weaver, R.F. et al. /1970/: Isolation of α - γ -glutamyl-3, 4-benzoquinone. A natural sulphhydryl reagent from sperulating gill tissue of the mushroom *Agaricus bisporus*. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 67:1050-1056.
- Wier, I.K. - Tyler, V.E. /1960/: An investigation of *Coprinus atramentarius* for the presence of disulfiram. J. Amer. Pharm. Assoc. Sci. 49: 426-429.
- Worthen, L.R. - Stessel, G.J. - Younghan, H.W. /1962/: The occurrence of indole compounds in *Coprinus* species. Economy Botany. 41:315-318.
- /1970/: Amino-acid content of foods and biological data on proteins. Rome. Food and Agriculture Organization. Nutr. Stud. No. 24.
- /1972/: Food composition table for use in East Asia. Rome. Food and Agriculture Organization. Food Policy and Nutr. Div.
- /1972/: Evaluation of certain food additives and the contaminants mercury, lead and cadmium. World Health Organization Technical Report Series No. 505. FAO Nutrition Meetings Report Series No. 51.
- /1975/: Biológiai Lexikon. 2. Budapest. Akadémiai K. 638 p.
- /1985/: Different Psychopharmakotherapie unter Berücksichtigung von Tryptophan. Therapie Woche. 35:3963-3966.

-- /1985/: Az élelmiszerek ártalmas vegyi szennyeződésének elhárításáról szóló 4/1978. /VI.25./ EÖM számú rendelet módosításáról. Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Értesítő. 22:581-583.

MSZ 6830/5-87: Takarmányok tápláléértékének megállapítása. Emészthető nyersfehérje-tartalom meghatározása.

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

	Oldal
1. táblázat Gombák tumorgátló hatékonysága	10
2. táblázat A vizsgálatokhoz felhasznált gombafajok és fajták, valamint termesztési táptalajai	24
3. táblázat Az ismertebb vitaminok fontosabb jellemzői	27
4. táblázat Néhány termesztett gombafaj vitamintartalma	28
5. táblázat Néhány vadon termő faj fontosabb vitaminjainak alakulása	30
6. táblázat Néhány élelmiszer vitamintartalma	31
7. táblázat A C-vitamin tartalom alakulása eltérő táptalajon néhány termesztett faj esetében	34
8. táblázat Két laskagomba fajta C-vitamin tartalma a kalapban és a tönkben	36
9. táblázat Különböző csiperkegomba fajok és fajták C-vitamin tartalmának alakulása	36
10. táblázat A D-vitamin tartalom alakulása néhány termesztett gombafaj termésében	38
11. táblázat A D-vitamin tartalom alakulása eltérő fényintenzitás hatására	39

	Oldal
12. táblázat Az E-vitamin tartalom alakulása néhány termesztett gombafaj termésében	40
13. táblázat Csiperkegomba fajták E-vitamin tartalma	41
14. táblázat Néhány gombafaj E-vitamin tartalma	41
15. táblázat Az emberi szervezet minimális és optimális aminosav igénye	44
16. táblázat Az aminosavak prekuzor funkciói	45
17. táblázat Egyes tápanyagok fehérjetartalmának alakulása	46
18. táblázat Agaricus, Lentinus és Pleurotus fajok aminosav összetétele %-ban	47
19. táblázat Különböző alapanyagon termesztett Agaricus bisporus aminosav és fehérje összetételének alakulása	54
20. táblázat Csiperkegomba fajok és fajták aminosav összetétele és fehérjetartalma a gomba különböző fejlődési fázisaiban	55
21. táblázat Vadon termett és szalmán termesztett gombafajok aminosav- és nyersfehérje-tartalmának összehasonlítása	56
22. táblázat Különböző gombafajok aminosav-tartalma	57

	Oldal
23. táblázat Különböző gombafajok triptofán-tartalma %-ban, szárazanyagra vonatkoztatva	64
24. táblázat Élelmiszerek és különböző gombák triptofántartalma %-ban	65
25. táblázat A triptofántartalom alakulása különböző gombafajokban	66
26. táblázat Különböző táptalajon termesztett <i>Coprinus comatus</i> triptofántartalma	67
27. táblázat Szalmán termesztett csiperke-gomba fajták triptofántartalma	68
28. táblázat A triptofántartalom alakulása különböző gombafajokban	68
29. táblázat Nyomelemek napi fogyasztására javasolt mennyiségek	71
30. táblázat Ajánlott napi makro- és mikro-elem bevitel	72
31. táblázat Néhány zöldeég- és gyümölcsféle nyomelemtartalma	72
32. táblázat Termesztett gombafajok fontosabb ásványi anyagai	73
33. táblázat Néhány termesztett faj száraz-anyag- és ásványianyag-tartalmának változásai a növekedés során	74

	Oldal
34. táblázat Maximálisan felvehető nehéz- fémek mennyisége	76
35. táblázat Néhány termesztett gombafaj mikro- és makroelemtartalma	79
36. táblázat A vadon termő és termesztett Pleurotus sp. és Coprinus comatus nehézfém-tartalmának alakulása	80
37. táblázat Élelmiszerek maximálisan meg- engedhető fém-tartalma	82
38. táblázat Zöldeégfélék nitráttartalma és az egészségre káros elfe- gyasztott mennyisége	84
39. táblázat Nitráttartalom zöldeégfélékben és gombákban	85
40. táblázat Szalmán termesztett gombák NO ₃ -tartalma	87
41. táblázat Tokoferolok R _f X 100 értékei	94
42. táblázat Értékelés	94
43. táblázat A gombákban előforduló zsírsavak	99
44. táblázat Gomba zsírsavkomponensek R _f -értékei	102
45. táblázat Zsírsavösszetétel százalékos megoszlása	107

	Oldal
46. táblázat Gombák illókomponenseinek mennyisége	108
47. táblázat Gombák illókomponenseinek Rf-értékei	110
48. táblázat A glikonos kifejlesztőrendszerben kapott komponensek Rf-értékei	117
49. táblázat Különböző gombák cukortartalma	120
50. táblázat A vizsgált gombák nyálkatartalma	122
51. táblázat Gombakivonatok liofilizátumának értékei	124
52. táblázat Gombakivonatok hatásosságának ellenőrzése lyukasztásos agardiffúzióval	127
53. táblázat Három különböző gombakivonat mikrobiológiai hatékonyságának összehasonlítása	128

ÁBRAJEGYZÉK

	Oldal
1. ábra β -/1-3/ kötéstípusú lentinan	9
2. ábra β -/1-3/, β -/1-6/ kötéstípusú β -glükán	9
3. ábra Shi-take és a szérum koleszterol /nőkben/	11
4. ábra Eritadenin	12
5. ábra Agaricus bisporus	20
6. ábra Pleurotus ostreatus	21
7. ábra Stropharia rugoso-annulata	21
8. ábra Coprinus comatus	22
9. ábra Lentinus edodes	22
10. ábra A termőtest fejlődési stádiumai	49
11. ábra Gombafajok aminosavtartalma	58
12. ábra Triptofán	62
13. ábra Szalmán termesztett gombák nitrát- tartalma	87
14. ábra α -tokoferol	92
15. ábra Gomba tokoferolok kromatogramja	95
16. ábra β -szitoszterol	97

	Oldal
17. ábra β -szitoszterol kromatogramja gombából	98
18. ábra Gomba zsírsavösszetételének VRK-ja	101
19. ábra Agaricus bisporus zsírsav etil- észtereinek GC-je	105
20. ábra Pleurotus ostreatus zsírsav etil- észtereinek GC-je	106
21. ábra Gomba illókomponenseinek kromatogramja	109
22. ábra Illókomponensek GC-spektruma	111
23. ábra Alkaloidok előállítása	114
24. ábra A glikonos kifejlesztőrendszerben kapott kromatogram gombából	117
25. ábra A minták cukortartalmának VRK-ja	121
26. ábra 1-es gombakivonat G/+ törzere kialakult gátlási zónája	126
27. ábra 1-es gombakivonat gombatörzere kifejtett hatása	126